



Ana Filipa Valente Fernandes

Licenciatura em Química Aplicada – perfil Biotecnologia

Elaboração de um Manual de Fabrico de Gelado

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar – perfil Qualidade Alimentar

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Cebola Lidon, Faculdade de
Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Eng. Cristina Maria Antunes Casinhas Casinhas Pinto dos
Santos, Olá – Produção de Gelados e Outros Produtos
Alimentares, SA

Jurí:

Presidente: Doutora Benilde Simões Mendes – FCT/UNL

Vogais: Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando – FCT/UNL

Doutora Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão – FCT/UNL

Doutor Fernando José Cebola Lidon – FCT/UNL

Engenheira Cristina Maria Antunes Casinhas Pinto dos Santos Olá

- Produção de Gelados e Outros Produtos Alimentares, S.A.



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Setembro 2012

Elaboração de um Manual de Fabrico de Gelado © Ana Fernandes

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

A ti, que nunca deixaste de acreditar.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer à Engenheira Cristina Casinhas da Olá a oportunidade de poder trabalhar durante 7 meses com uma equipa tão fantástica como a dela (particularmente o Sr. Fernando Andrade, Conceição Fernandes, Ivo Soares e operadores da paletização e câmara), onde todos me acolheram de braços abertos e me ajudaram em todas as etapas. Obrigada pela disponibilidade, pela liberdade de poder aprender um pouco de todas as áreas, pela amizade e, especialmente, por ter acreditado sempre nas minhas capacidades. Penso que esta é uma das maiores conquistas que levo da elaboração desta dissertação.

Um muito obrigada ao meu orientador, o Professor Fernando Lidon, pela paciência, disponibilidade, preocupação e carinho que demonstrou não só ao longo destes 7 meses, mas também ao longo de 2 anos de mestrado. O seu conhecimento e motivação deram-me asas para crescer profissional e intelectualmente.

Aos meus amigos, Carina, Raquel, Catarina, João, Luís, Rui e Nuno por estarem sempre presentes e serem parte daquilo que sou hoje, por incentivarem a minha vontade de querer saber mais e por acreditarem que é possível alcançar todos os meus objectivos. Aos meus Químicos Aplicados, porque sem eles não estaria aqui. Obrigada Pedro, Alexandre, Sílvia, João, Daniel, Marta, Keno, Joana e Ana pelo apoio, amizade e pelas nossas gargalhadas que tanto me ajudaram no meu percurso académico e na vida pessoal. Não me posso esquecer dos meus companheiros de luta, por me apoiarem neste mestrado em todas as etapas, ao Ricardo e Polina muito obrigada. E um especial agradecimento ao Astre por ter alegrado as minhas manhãs e as minhas tardes, por ter aturado os meus devaneios, por ter caminhado ao meu lado nesta jornada de 7 meses de estágio.

Por último, mas mais importante que tudo, um obrigada aos meus pais, irmão e avós pelo carinho, apoio e compreensão e ao Carlos pelo amor incondicional. Por aturarem as minhas loucuras, por acreditarem sempre em mim, por respeitarem os meus ideais, por incentivarem todos os meus sonhos e por me ensinarem a saber ser aquilo que hoje, orgulhosamente sou. São a minha constante.

Obrigada.

Resumo

O gelado é um dos produtos alimentares mais consumidos em todo o mundo. Está intrinsecamente associado a uma sensação de satisfação, doçura e felicidade que o transformam num produto de sucesso mundial.

O gelado é uma mistura de ingredientes (leite, açúcares, estabilizantes, emulsionantes entre outros), que é homogeneizada, pasteurizada e maturada antes de ser congelada. O processo de cristalização ocorre por batimento com incorporação de ar e só depois se dá o processo de enchimento, endurecimento e embalagem. O gelado está disponível em várias formas, tamanhos, sabores e embalagens.

O desenvolvimento de novos produtos competitivos e a garantia da qualidade dos produtos é de extrema importância neste tipo de indústria. Torna-se relevante então o estudo aprofundado de todos os mecanismos de fabrico de um gelado e dos parâmetros de controlo relevantes para o consumidor com o objectivo de compreender todas as vertentes necessárias à produção de um gelado. O principal objectivo desta dissertação é o estudo e avaliação de todas as vertentes necessárias à produção de um gelado como produto final. Para a elaboração deste manual de fabrico abordaram-se não só as áreas específicas de produção e tecnologia, mas também as áreas de desenvolvimento, gestão, qualidade e segurança alimentar. Este estudo incide em dois novos produtos, lançados no mercado Italiano, com a marca Unilever.

Todos os parâmetros de controlo de qualidade e segurança analisados, para os dois gelados estudados, certificam que são seguros do ponto de vista alimentar e mantêm o grau de exigência de qualidade esperado pelo consumidor. Foram estudadas também formas de garantir a manutenção da qualidade, mediante recurso à utilização de ferramentas de *Total Productive Maintenance*.

Palavras-chave: Controlo de Qualidade; Gelado; Novo produto; Segurança Alimentar; TPM

Abstract

Ice cream is a popular food all over the world. This food product is intrinsically associated with a feeling of satisfaction and happiness that makes it a worldwide success.

Ice cream is a mixture of ingredients (namely milk, sugar, stabilizers and emulsifiers) which are homogenized, pasteurized and matured before being frozen. The freezing process incorporates air by beating the mixture in a freezer and thereafter, occurs the process of extrusion/filling, hardening and packaging. Additionally, ice cream is available in various shapes, sizes and flavours.

The development of new competitive and high quality products is extremely important in the ice cream industry. So it becomes relevant the in-depth study of the ice cream manufacturing process, focusing not only on the production mechanisms but also in the control of relevant quality parameters to the consumer.

The aim of this study is the understanding of the necessary aspects for the production of ice cream. For the elaboration of this manual, I not only addressed the specific areas of production and technology, but also the development, management, food quality and safety. This study focuses on two new products, launched in the Italian market, by the Unilever brand.

All parameters of quality control and safety analyzed certify that both products are safe and maintain the food relevant quality standards for the consumer. Productive maintenance was also studied, with the use of Total Productive Maintenance tools.

Key-words: Food Safety; Ice cream; New product; Quality control; TPM

Índice de Matérias

Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract	IX
Lista de Abreviaturas	XIX
I – Introdução	1
II – Desenvolvimento	3
1. Empresa	3
1.1 História Geral	3
1.2 Olá – Fábrica de Gelados	4
1.3 TPM – <i>Total Productive Maintenance</i>	5
2. Processo de Produção	10
2.1 Gelado	10
2.2 Matérias-primas	10
✖ Água	11
✖ Leite	11
✖ Óleos e Gorduras	12
✖ Glícidos	12
✖ Estabilizantes	14
✖ Emulsionantes	16
✖ Aromatizantes	17
✖ Corantes	17
2.3 Materiais de embalagem	18
2.4 Fluxograma	19
2.5 Etapas do Processo	21
✖ Formulação	21
✖ Recepção de Materiais de Embalagem e Matérias-primas	22
✖ Pesagem e Mistura de Ingredientes	23
✖ Homogeneização, Pasteurização e Arrefecimento	24
✖ Maturação	27
✖ Cristalização	28
✖ Enchimento e Embalamento	32
✖ Endurecimento	35
✖ Armazenamento e Distribuição	37
2.6 Higienização	39
3. Qualidade e Segurança Alimentar	40
3.1 Segurança Alimentar	40
3.2 Qualidade Alimentar	43
III – Aplicação e Resultados	47
1. Desenvolvimento do Novo Produto	47
2. Produto	48

3. Produção.....	51
3.1 Receção de Matérias-primas e Materiais de Embalagem.....	51
3.2 Parque de Granéis	53
3.3 Sala de Misturas	55
3.4 Linha W.....	59
3.5 Higienização	64
4. Análises	65
✕ Processo de produção	65
✕ Microbiológicas	68
✕ CRQS – <i>Consumer Relevant Quality Standards</i>	71
✕ Controlo Metrológico	73
✕ Ensaio de <i>Holding Period</i>	76
5. Planos HACCP	78
✕ Matéria-prima e Material de Embalagem	80
✕ Parque de Granéis	86
✕ Sala de Misturas	90
6. Ferramentas TPM.....	112
✕ Matrizes de Qualidade	112
✕ Kaizens.....	113
IV – Conclusões.....	115
V - Bibliografia	119
VI - Anexos.....	123
<i>Overrun</i>	123
Fórmulas Matemáticas	124
Legislação sobre pesquisas microbiológicas.....	125
Mapa de provador	125
Controlo Metrológico	125
Produto X.....	125
Produto Y.....	130
Legislação aplicada à venda de produtos pré-embalados	134
Ensaio de <i>Holding Period</i>	135
Produto X.....	135
Produto Y.....	138
Perigos alergéneos.....	140
Programa de pré-requisitos	140

Índice de Figuras

Figura 1: Marca "Coração" da Unilever.....	1
Figura 2: Sabão <i>Sunlight</i> da Lever Bros.	3
Figura 3: Logótipo da Unilever Jerónimo Martins, Lda.	4
Figura 4: Logótipos da Olá, passado (A) e presente (B).	4
Figura 6: Vista da parte frontal da fábrica de gelados Olá em Santa Iria da Azóia.....	5
Figura 7: Entrada da fábrica de gelados Olá em Santa Iria da Azóia.....	5
Figura 8: Os oito pilares do TPM.	7
Figura 9: Logótipo TPM da fábrica de gelados Olá.	9
Figura 10: Vários tipos de embalagem (A – recipientes de plástico; B – Copos de cartão; C – Envoltórios de plástico; D – Caixas de cartão canelado) utilizados na indústria de produção de gelados.	19
Figura 11: Diagrama geral do processo de produção de gelados.....	20
Figura 12: Esquema adaptado de tanque de mistura com manga lateral para aquecimento/arrefecimento.....	23
Figura 13: Diagrama adaptado das etapas de pasteurização, homogeneização e arrefecimento.....	24
Figura 14: Esquema de fluxo de transferência de calor (B) num permutador de placas (A).	25
Figura 15: Representação esquemática do método pelo qual ocorre a homogeneização da gordura numa mistura de gelado.....	25
Figura 16: Microscopia óptica da mistura de gelado antes da homogeneização (A) e após homogeneização (B).	26
Figura 17: Pormenor ilustrativo de um homogeneizador de duas fases, primeira fase (1) e segunda fase (2).	26
Figura 18: Gotícula de gordura durante maturação, exemplificando a adsorção das proteínas do leite e emulsionantes à superfície e a cristalização da gordura.	27
Figura 19: Esquema adaptado dos componentes básicos de um ciclo de refrigeração mecânico.	29
Figura 20: Curva de congelação, demonstrando a relação entre a temperatura e a água congelada para duas misturas que variam na concentração de soluto.....	29
Figura 21: Exemplo de um cristalizador, perspectiva exterior (A) e interior (B).	30
Figura 22: Secções de um cristalizador industrial, perspectiva longitudinal (A) e transversal (B) no eixo do tambor.	30
Figura 23: Exemplo de uma batedeira aberta.	31
Figura 24: Lâminas raspadoras a removerem os cristais de gelo da parede do interior do tambor.	32
Figura 25: Exemplos de processo de enchimento, o sistema à esquerda é de extrusão em molde específico, corte e inserção de pau, e o sistema à direita é injeção em bandeja.	33
Figura 26: Esquema de um extrusor de parafuso.	34
Figura 27: Exemplos de diferentes embalagens de gelados.	34
Figura 28: Túneis de endurecimento.	36

Figura 29: Esquema adaptado de uma rede inquebrável de frio para garantir o correcto carregamento para posterior distribuição.	38
Figura 30: Esquema da carga do produto congelado, de modo a garantir que exista uma circulação do ar refrigerado por entre o produto.	38
Figura 31: Esquema das condutas de ar e respectivo fluxo num veículo refrigerado.	38
Figura 32: As quatro etapas chave da concepção do HACCP.	42
Figura 33: Imagem de microscopia óptica dos cristais de gelo (A) e das bolhas de ar (B) no gelado.	46
Figura 34: Imagem de microscopia electrónica de varrimento que mostra os cristais de gelo, as bolhas de ar e a matriz no gelado.	46
Figura 35: Esquema adaptado da equação para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos alimentares.	47
Figura 36: Aparência do produto X e Y.	49
Figura 37: Esquema de embalagem para o produto X e Y em versão <i>impulse</i> (A) e <i>multipack</i> (B).	50
Figura 38: Esquema de paletização do produto X e Y para <i>impulse</i> (A) e <i>multipack</i> (B).	51
Figura 39: Fluxograma do armazém de matérias-primas e materiais de embalagem.	52
Figura 40: Fluxograma do parque de granéis.	54
Figura 41: Cais de descarga de xaropes, óleos e coberturas.	54
Figura 42: Silo de açúcar exterior.	55
Figura 43: Fluxograma da sala de misturas.	56
Figura 44: Misturadores.	57
Figura 45: Tanques de maturação.	58
Figura 46: Fluxograma da linha W para o produto X e Y.	59
Figura 47: Pormenor do enchimento do produto X (A) e produto Y (B).	61
Figura 48: Bico do enchimento utilizado para a produção do produto X e Y.	61
Figura 49: Pormenor da tremonha de cereja (A) e pedaços de avelã (B) no local dispensador de <i>topping</i> (1) e depois da tremonha (2).	62
Figura 50: Parque CIP.	64
Figura 51: Histograma do 1º ensaio metrológico para o produto X.	74
Figura 52: Histograma do 2º ensaio metrológico para o produto X.	75
Figura 53: Histograma do 1º ensaio metrológico para o produto Y.	75
Figura 54: Histograma do 2º ensaio metrológico para o produto Y.	76
Figura 55: Registador de dados (tinytag) utilizado nos ensaios de tempo de permanência.	77
Figura 56: Esquema explicativo de como inserir a sonda de penetração do registador de dados no gelado.	77
Figura 57: Gráfico de temperatura em função do tempo para 5 ensaios de tempo de permanência do produto X.	78
Figura 58: Gráfico de temperatura em função do tempo para 5 ensaios de tempo de permanência do produto Y.	78
Figura 59: Quadro de análise de perigos tendo em conta a probabilidade e severidade.	79
Figura 60: Árvore de decisão para identificação de pontos críticos de controlo.	80

Figura 61: Exemplo ilustrativo da Matriz da Qualidade da Câmara/Paletização de 2011.....	112
Figura 62: Matriz da qualidade para o produto X e Y da linha W.....	113
Figura 63: Layout de preenchimento de um <i>Kaizen</i> de 12 passos.	113
Figura 64: Folha de preenchimento na sala de provas, para a avaliação dos CRQS.....	125
Figura 65: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 1º ensaio de tempo de permanência do produto X.	135
Figura 66: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 2º ensaio de tempo de permanência do produto X.	136
Figura 67: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 3º ensaio de tempo de permanência do produto X.	136
Figura 68: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 4º ensaio de tempo de permanência do produto X.	137
Figura 69: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 5º ensaio de tempo de permanência do produto X.	137
Figura 70: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 1º ensaio de tempo de permanência do produto Y.	138
Figura 71: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 2º ensaio de tempo de permanência do produto Y.	138
Figura 72: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 3º ensaio de tempo de permanência do produto Y.	139
Figura 73: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 4º ensaio de tempo de permanência do produto Y.	139
Figura 74: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 5º ensaio de tempo de permanência do produto Y.	140

Índice de Tabelas

Tabela 1: As dezasseis maiores perdas numa organização.....	8
Tabela 2: Os sete princípios do HACCP.....	41
Tabela 3: Passos para o desenvolvimento de novos produtos.....	47
Tabela 4: Ingredientes utilizados na formulação do produto X e do produto Y.	49
Tabela 5: Materiais de embalagem utilizados no produto X e Y.	50
Tabela 6: Resultados do controlo físico-químico efectuado às misturas, xaropes e pedaços de topo (cerejas e avelãs).....	66
Tabela 7: Resultados do controlo físico-químico efectuado em linha para o produto X e Y.	66
Tabela 8: Resultados da pesquisa microbiológica nas matérias-primas recepcionadas.	69
Tabela 9: Resultados da análise microbiológica do produto X e Y para a contagem de enterobactérias (Fevereiro a Junho), que ultrapassaram o limite superior de contaminação.	69
Tabela 10: Resultados da análise microbiológica de amostras da superfície de equipamentos, no âmbito do controlo higiénico da produção.	70
Tabela 11: Exemplo de parâmetro dos CRQS para o produto X.	72
Tabela 12: Resultados da análise de defeitos ao produto X e Y.....	72
Tabela 13: Resultados do ensaio metrológico do produto X.	73
Tabela 14: Resultados do ensaio metrológico do produto Y.	74
Tabela 15: Resultados referentes aos ensaios de tempo de permanência para o produto X e Y.....	77
Tabela 16: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa ao nível das matérias-primas e material de embalagem.....	82
Tabela 17: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para as matérias-primas e materiais de embalagem.....	85
Tabela 18: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa para o parque de granéis.	87
Tabela 19: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para o parque de granéis.	89
Tabela 20: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa da sala de misturas.....	91
Tabela 21: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão na sala de misturas.	101
Tabela 22: Limites críticos, sistemas de monitorização, plano de acções correctivas e procedimentos de verificação para os PCC's identificados da sala de misturas.	104
Tabela 23: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa, para a linha W.	106
Tabela 24: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para a linha W.	110

Tabela 25: Limites críticos, sistemas de monitorização, plano de acções correctivas e procedimentos de verificação para os PCC's identificados para a linha W.....	111
Tabela 26: Tabela de pesos de 1L de gelado para diferentes <i>overruns</i>	123
Tabela 27: Legislação referente às pesquisas e contagens de microrganismos em géneros alimentícios.....	125
Tabela 28: Tara de 10 amostras de tampas e fundos para o produto X.	125
Tabela 29: Resultados das pesagens do ensaio metrológico do produto X.....	126
Tabela 30: Resultados do controlo simples metrológico para o produto X.....	129
Tabela 31: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 1) para produto X.....	129
Tabela 32: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 2) para produto X.....	130
Tabela 33: Tara de 10 amostras de tampas e fundos para o produto Y.	130
Tabela 34: Resultados das pesagens do ensaio metrológico do produto Y.....	130
Tabela 35: Resultados do controlo simples metrológico para o produto Y.....	133
Tabela 36: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 1) para produto Y.....	134
Tabela 37: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 2) para produto Y.....	134
Tabela 38: Erros máximos admissíveis (EMA) por defeito no conteúdo das embalagens.....	134
Tabela 39: Plano de amostragem para o controlo simples não destrutivo.	135

Lista de Abreviaturas

CAC – *Codex Alimentarius Comission* (Comissão do Codex Alimentarius)
ccc – Caixa de cartão canelado
CIP – *Cleaning in place* (Limpeza no local)
CRQS – *Consumer Relevant Quality Standard*
dC – Depois de Cristo
EMA – Erros máximos admissíveis
FIFO – *First in First out*
HACCP – *Hazard analysis critical point control* (Análise de perigos e controlo de pontos críticos)
LBG – *Locus bean gum*
Lda – Limitada
LIL – Limpeza, inspeção e lubrificação
LPP – Lição ponto-a-ponto
MSNF – *Milk solids non-fat* (Sólidos não lipídicos do leite)
OEE – *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência global do equipamento)
p/p – Peso por peso
PCC – Ponto crítico de controlo
PM – Proposta de melhoria
ppm – Pancadas por minuto
rpm – Rotações por minuto
SUIT – *Sourcing Unit Implementation Team*
T – parâmetro específico do detector de metais
TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total)
ufc – Unidades formadoras de colónias

I – Introdução

A Unilever é o maior fabricante de gelados do mundo. Além de ser detentora de muitas marcas individuais, como é o caso da *Ben & Jerry's*, o centro do negócio dos gelados é a marca “Coração” (figura 1), onde está incluída a Olá.



Figura 1: Marca "Coração" da Unilever.

Esta marca foi lançada em 1998 para incrementar a área de produção de gelados da Unilever e a agregar os produtos, unificando-os à escala mundial. Em Portugal, a fábrica da Olá situa-se em Santa Iria da Azóia, sendo responsável pela produção de gelados para toda a Europa.

O gelado é um produto complexo, podendo integrar ingredientes, texturas, formas e tamanhos diversos. A tecnologia associada ao respectivo fabrico deve ser dinâmica e flexível, para permitir a produção de uma elevada variedade de produtos que satisfaça um mercado progressivamente mais exigente. Com este enquadramento nesta dissertação de mestrado desenvolveu-se um manual de fabrico de gelado, considerando procedimentos adoptados na fábrica Olá em Santa Iria da Azóia. Assim, detalham-se todas as vertentes necessárias para a produção de um gelado como produto final (processo, tecnologia, segurança e qualidade), utilizando ferramentas de *Total Productive Maintenance* (TPM).

II – Desenvolvimento

1. Empresa

1.1 História Geral

No ano de 1890 William Hesketh Lever, fundador da Lever Bros, introduziu o sabão *Sunlight* (figura 2). Este foi um produto revolucionário que ajudou a popularizar a higiene e a limpeza na Inglaterra Vitoriana (Inside Unilever, 2012^a). Este foi o primeiro passo para a mudança de atitude empresarial, mudança no mercado e na consciência dos consumidores.



Figura 2: Sabão *Sunlight* da Lever Bros.

As empresas que formaram a Unilever, estavam entre as mais filantrópicas do seu tempo, melhorando o bem-estar dos seus trabalhadores e desenvolvendo produtos com impacto social positivo (Inside Unilever, 2012^a). A Unilever tal como a conhecemos actualmente, foi criada em 1930, tornando-se uma empresa de excelência até aos dias de hoje (Unilever, 2012).

A estratégia e a visão da Unilever são baseadas numa política de crescimento sustentável. Os seus lemas são trabalhar para criar um futuro melhor, ajudando as pessoas a sentirem-se bem e a tirarem o melhor partido da vida, com produtos e serviços que são bons para elas e para os outros, inspirar pessoas a darem pequenos passos diários que vão fazer uma grande diferença no mundo e desenvolver novas formas de fazer negócios, que vão permitir aumentar para o dobro o tamanho da empresa e reduzir, ao mesmo tempo, o impacto ambiental (Inside Unilever, 2012^b).

A sua estratégia de *marketing* e publicidade passa pelo envolvimento do consumidor e por conferir visibilidade às marcas, sendo que no presente 95% das embalagens e 90% da publicidade levam o logótipo da Unilever.

A Unilever chegou a Portugal antes de 1949, pela mão da Jerónimo Martins, que comercializava vários dos seus produtos. Em 1949 estabeleceu-se uma parceria entre as empresas que actualmente ainda perdura como um exemplo de cooperação comercial.

Desta parceria resultaram as empresas Fima (1949), LeverElida (1950) e a Olá (1959). Mais tarde adquirem a Victor Guedes (1989) e a parceria alarga-se entre 1995 e 1997 com a aquisição das empresas PromaltArkady, Panduave e Diversey. Em Setembro de 2000 adquirem a BestFoods. No ano 2002 são alienados os negócios de produtos de padaria, pastelaria e limpeza industrial e em 2006 é alienado o negócio de alimentos congelados (Iglo) (Unilever Jerónimo Martins, 2012).

Em Janeiro de 2007, a Fima, Lever e IgloOlá são fundidas numa só companhia, a Unilever Jerónimo Martins, Lda (figura 3). Esta possui quatro unidades produtivas em Sacavém e Santa Iria da Azóia.



Figura 3: Logótipo da Unilever Jerónimo Martins, Lda.

1.2 Olá – Fábrica de Gelados

O gelado por todo o mundo tem vários gostos, formas e até nomes (*gelato, ice cream, sorbet, glacé, sherbet, etc*). Independentemente da denominação, todos partilham a mesma qualidade inconfundível de serem unicamente refrescantes (Damerow, 1995).

A história do gelado é cheia de mitos e relatos, sendo que não se pode ter absoluta certeza de quando e onde foi a invenção do gelado (Clarke, 2004^a). O gelado provavelmente evoluiu das bebidas geladas que eram populares na Europa nos tempos medievais. Os produtos lácteos gelados estão citados na literatura chinesa no século XII dC. No século XII, Marco Polo regressou à Itália, após a sua famosa viagem pelo Oriente, e trouxe receitas de gelados de gelo que se dizia serem utilizados na Ásia há milhares de anos. A arte de fabrico destes produtos passou para a França, Alemanha e Inglaterra durante os séculos seguintes, existindo experiências na Itália, Espanha e Portugal que remontam a 1525, onde se adicionava sal ao gelo para baixar a temperatura. O primeiro documento que comprova o uso de tecnologia de frio para a congelação de líquidos é datado de 1607 (Roberts *et al.*, 2003).

O gelado é feito e consumido em quase todos os países do mundo. A Unilever foi pioneira no desenvolvimento de gelados e tornou-se referência nos anos 50 e até aos dias de hoje é líder de mercado em todo o mundo, com cerca de 17% do mercado mundial. Em Portugal o consumo médio anual de gelado é de 41L por pessoa (Clarke, 2004^a), sendo a Olá (figura 4) a marca mais consumida.



Figura 4: Logótipos da Olá, passado (A) e presente (B).

A Olá em Portugal, que se formou na sequência da aquisição da empresa Francisco & Trancoso em 1959, adquiriu a empresa de gelados Rajá em 1970. Torna-se numa indústria de referência situada em Santa Iria da Azóia (figura 5 e 6), concelho de Loures e distrito de Lisboa, com mais de 300 colaboradores. Nas suas instalações são fabricados gelados tão conhecidos como o Cornetto, Epá, Perna de Pau, Carte d'Or ou Super Maxi.



Figura 5: Vista da parte frontal da fábrica de gelados Olá em Santa Iria da Azóia.



Figura 6: Entrada da fábrica de gelados Olá em Santa Iria da Azóia.

1.3 TPM – Total Productive Maintenance

A indústria tem sido marcada por uma enorme taxa de mudança nas últimas quatro décadas, envolvendo mudanças dramáticas nas abordagens de manutenção, tecnologia do produto e dos processos, expectativas do consumidor, atitudes dos fornecedores bem como comportamento competitivo (Ahuja e Khamba, 2008). No ambiente de hoje, a competição global entre organizações leva a maiores exigências e a uma pressão crescente por parte do consumidor, dos fornecedores e da competição industrial. O mercado actual leva, obrigatoriamente, a uma focalização da indústria na redução dos custos, aumento dos níveis de produtividade e garantia da qualidade e excelência dos seus produtos.

Para ir ao encontro destes desafios, impostos pelo ambiente competitivo, as empresas necessitam de iniciativas que melhorem a sua qualidade e o seu desempenho face aos competidores. É com esta premissa que se torna importante implementar sistemas de manutenção que suplantem as necessidades competitivas, estando direccionados para o equipamento, a produção e o produto (Ahuja e Khamba, 2008). A integração eficiente da função de manutenção, com as funções de engenharia e de produção numa empresa, pode ajudar a poupar tempo, dinheiro e recursos ao lidar com problemas de desempenho, confiança, disponibilidade e sustentabilidade. Estes factores providenciaram um estímulo para que empresas líderes de mercado em todo o mundo adoptassem estratégias de manutenção e eficiência como o TPM, que se traduz para português como “Manutenção Produtiva Total”.

O TPM é uma filosofia única, adaptada de teorias americanas existentes e introduzida no Japão em 1971, para a gestão das suas fábricas, sendo a *Nippondenso* a primeira empresa a introduzir esse sistema (Venkatesh, 2005). É desenvolvida com base nos conceitos e metodologias *Productive Maintenance*, isto é, “Manutenção Produtiva”. O objectivo da manutenção produtiva consiste no aumento da produtividade de uma empresa por redução total de custos de equipamento na fábrica inteira em termos de *design*, fabrico, operação, manutenção e perdas causadas por degradação do equipamento. As características chave desta filosofia são a fiabilidade e a sustentabilidade dos equipamentos, bem como a consciência dos custos de manutenção (Ahuja e Khamba, 2008).

O TPM envolve um conjunto de actividades das quais todos os trabalhadores de uma empresa são solicitados a participar para manter um sistema de produção de forma eficiente e total (Nakazato, 1998). Tem como finalidade eliminar perdas, reduzir paragens, garantir a qualidade e diminuir custos nas empresas com processos contínuos. É considerado um programa de manutenção que envolve um conceito novo de manutenção de fábricas e equipamentos (Roberts, 1997). Os seus principais objectivos são (Nakazato, 1998):

1. Aumentar a fiabilidade dos equipamentos;
2. Eliminar avarias e melhorar o índice de disponibilidade;
3. Assegurar o fluxo contínuo do processo produtivo;
4. Garantir a qualidade dos produtos;
5. Gestão integrada “homem + máquina” para a melhoria da produtividade industrial;
6. Aumentar os lucros e a competitividade.

O TPM dá ênfase à manutenção como parte necessária e vital para a melhoria e ao desenvolvimento da empresa, ou seja, melhoria da estrutura empresarial mediante optimização da qualidade dos trabalhadores e do equipamento. Neste caso a melhoria da qualidade do pessoal, passa pela formação adaptada às novas tecnologias, isto é, um operador deve estar capacitado para realizar a manutenção autónoma, um técnico de manutenção tem que ser capaz de realizar a manutenção de equipamentos mecâtrónicos e o engenheiro de produção tem que possuir capacidades para projectar equipamentos que dispensam a manutenção. Quanto à melhoria da qualidade do equipamento, tem que existir um aumento da eficiência por meio de melhorias da qualidade dos equipamentos existentes, devendo ainda subsistir projectos de *Life Cycle Cost* de

novos equipamentos e entrada imediata dos mesmos em produção (Nakazato, 1998). Tudo isto leva à máxima eficiência do sistema produtivo.

No TPM implementam-se as oito actividades designadas como os oito pilares de sustentação no desenvolvimento do TPM (figura 7).

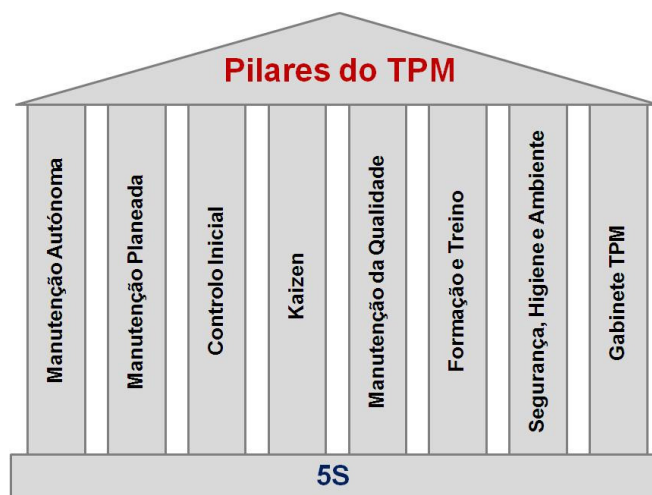


Figura 7: Os oito pilares do TPM.

A base do TPM é a política dos 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shisuke*). Estas palavras japonesas significam, respectivamente, organização, arrumação, limpeza, uniformização e disciplina (Venkatesh, 2005). *Seiri* diz respeito a um processo de escolha dos itens de acordo com a sua utilidade e organizá-los, ou seja, um item que seja desnecessário pode ser descartado, um que seja necessário mas não esteja em uso pode ser arrumado e um item de uso frequente deve ser mantido num local específico. *Seiton* decorre do conceito de que cada item tem um local próprio (e apenas um local), logo tudo deve estar disposto no espaço correspondente. Por exemplo, se existir um agrafador num escritório conjunto de quatro pessoas, e este estiver em cima de uma mesa de apoio, esse é o seu local e qualquer pessoa que o utilize deve novamente colocá-lo no respectivo lugar. Este passo reduz o tempo de procura pelo item, logo otimiza o trabalho. Equacionando o *Seiso*, considera-se a limpeza do local de trabalho para o tornar livre de pó, óleo, lixo, etc. A uniformização (*Seiketsu*) é feita mediante um compromisso de todos os colaboradores para que o local de trabalho se mantenha arrumado, organizado e limpo em todas as áreas, seguindo os mesmos princípios. Por último, *Shisuke* que significa disciplina, vai ao encontro da importância da manutenção dos 5S e ao treino e formação de todos os colaboradores no sentido de manterem autonomamente esta política, com auditorias próprias para o efeito.

O pilar da Manutenção Autónoma é orientado para o desenvolvimento dos operadores, para que estes sejam capazes de executar tarefas de manutenção pequenas e simples, libertando deste modo os técnicos de manutenção especializados para trabalharem em problemas mais complexos. O programa LIL (limpeza, inspecção e lubrificação), definido temporalmente, permite a identificação de forma preventiva de eventuais anomalias e a sua correcção. O objectivo final deste pilar é a criação de *ownership* com o equipamento. Os operadores são responsáveis pela manutenção do seu equipamento e pela prevenção da sua deterioração (Venkatesh, 2005).

No pilar da Manutenção Planeada o objectivo é ter equipamentos e máquinas livres de problemas, que produzam produtos sem defeito para a total satisfação dos clientes. A transferência de conhecimento pelo operador da máquina é importante e facilita diagnósticos.

O Controlo Inicial tem em conta o desenvolvimento de novos produtos ou projectos, de modo a que a sua transição para a produção em larga escala seja rápida e sem problemas. Para que isso seja alcançado, é fundamental identificar os *inputs* da produção (equipamentos, materiais, pessoas e métodos) necessários à implementação do produto no mercado, eliminar as perdas associadas aos equipamentos de produção e maximizar o retorno do investimento (Ishii, 1994).

Kaizen significa mudança (*kai*) para o melhor (*zen*). Basicamente este pilar visa pequenos melhoramentos, mas que são levados a cabo numa base contínua e envolvem todas as pessoas da organização, com pouco ou nenhum investimento financeiro. O princípio por detrás deste pilar é que um número muito elevado de pequenos melhoramentos é mais eficiente num ambiente organizacional do que poucos de grande dimensão, sendo por isso direccionado para a redução de perdas. Com o uso de ferramentas apropriadas, como propostas de melhoria, lições ponto-a-ponto, análise *why-why*, entre outras, eliminam-se as perdas (tabela 1) num processo sistemático (Venkatesh, 2005).

Tabela 1: As dezasseis maiores perdas numa organização (Venkatesh, 2005).

Perdas		Categorias
1	Falha, quebras	Perdas que impedem a eficiência do equipamento
2	Ajustes	
3	Lâmina de corte	
4	Arranque	
5	Pequenas paragens, marcha lenta	
6	Velocidade (operar a baixa velocidade)	
7	Defeito, retorno	
8	Planeamento	
9	Gestão	Perdas que impedem a eficiência de trabalho dos operadores
10	Movimento operacional	
11	Organização de linha	
12	Logística	
13	Medições e ajustes	Perdas que impedem o uso eficiente de recursos
14	Energia	
15	Morte, modelo, quebra de ferramentas	
16	Rendimento	

O pilar da Manutenção da Qualidade é direccionado para a satisfação do cliente, pelo fabrico de produtos com qualidade elevada e zero defeitos. O foco centra-se na eliminação de não conformidade de uma forma sistemática. Analisam-se as partes dos equipamentos que afectam a qualidade do produto e eliminam-se continuamente os problemas, seguindo-se para a previsão de potenciais problemas e prevenção dos mesmos. É uma transição de reactivo para proactivo, ou seja, do controlo de qualidade para a garantia da qualidade (Venkatesh, 2005).

Na Formação e Treino, o objectivo consiste no desenvolvimento de membros da organização, facultando formação apropriada para o aumento das suas competências. Isto significa que os operadores devem saber o porquê da aplicação das técnicas, mas também como e quando estas se

devem aplicar. Torna os colaboradores mais eficientes no trabalho, promovendo o aumento de capacidades específicas.

A Segurança, Higiene e Ambiente é um pilar que tem como finalidade zero acidentes e zero danos na saúde. Pretende a criação de um ambiente seguro de trabalho, com uma envolvente livre de danos pelos processos da indústria. Este pilar terá uma participação activa e regular face a todos os outros pilares.

O pilar “Gabinete TPM” deve iniciar-se após o início e implementação dos outros pilares. Deve ser um pilar de apoio e de correlação directa com todas as actividades de TPM, para melhorar a produtividade e eficiência nas funções administrativas e identificar e promover a eliminação de perdas.

A avaliação da eficiência do TPM considera a melhoria significativa da capacidade de várias áreas de trabalho. O TPM utiliza o OEE (*Overall Equipment Efficiency*) como uma medida quantitativa da performance de um sistema produtivo (Ahuja e Khamba, 2008). O OEE é calculado como o produto da disponibilidade do equipamento (A) (equação 1), eficiência do processo (P) (equação 2) e taxa de qualidade do produto (Q) (equação 3).

$$A = \frac{\text{Tempo de carga} - \text{Tempo de inactividade}}{\text{Tempo de carga}} \times 100 \quad (1)$$

$$P = \frac{\text{Quantidade processada}}{\text{Tempo operacional/Ciclo teórico de tempo}} \times 100 \quad (2)$$

$$Q = \frac{\text{Quantidade processada} - \text{Quantidade com defeito}}{\text{Quantidade processada}} \times 100 \quad (3)$$

Esta medida é amplamente aceite enquanto uma ferramenta quantitativa essencial para a avaliação da produtividade nas operações industriais. O OEE é central para o desenvolvimento e execução de uma estratégia de melhoria de TPM (Ahuja e Khamba, 2008).

O TPM é uma abordagem inovadora para a manutenção industrial que é complementar à *Total Quality Management*, *Just-in-Time*, *Total Employee Involvement*, *Continuous Performance Improvement* e outras estratégias mundiais (Ahuja e Khamba, 2008). Este sistema de gestão contribui para a manutenção da fábrica e do equipamento ao mais alto nível produtivo com a cooperação de todas as áreas funcionais da organização.

A Unilever Jerónimo Martins tem implementado o TPM como sistema de gestão em todas as suas unidades produtivas, incluindo a Olá (figura 8).



Figura 8: Logótipo TPM da fábrica de gelados Olá.

2. Processo de Produção

2.1 Gelado

O gelado é um alimento produzido por arrefecimento, enquanto agitado, de uma mistura pasteurizada que consiste em um ou mais produtos derivados do leite com açúcares, estabilizantes, emulsionantes, aromatizantes e corantes (Ogden, 1993).

O termo gelado pode ser utilizado genericamente para incluir todos os produtos que se assemelham, ou seja, são sobremesas congeladas que foram produzidas em condições semelhantes tendo aparência e consistência parecidas. Eles podem diferir na composição e fonte de sólidos alimentares, mas são cristalizadas sob agitação e existe uma percentagem variável de ar incorporado (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

O gelado pode ser dividido em quatro categorias principais, de acordo com os ingredientes utilizados, representando os primeiros dois tipos de gelado cerca de 90% da produção total mundial (Bylund, 1995^a):

- ✦ Gelado feito exclusivamente de produtos lácteos;
- ✦ Gelado que contenha gordura vegetal;
- ✦ Gelado feito de sumo de fruta, com adição de gordura láctea e sólidos não lipídicos do leite (MSNF – *Milk Solids Non-Fat*);
- ✦ Gelado de gelo feito com água, açúcar e concentrado de frutas.

A produção de gelados evoluiu da arte caseira até às sofisticadas operações de fábrica, de um largo processo manual para um quase automático, e de um produto de composição variável para um cuja composição é seleccionada cuidadosamente e monitorizada eficientemente (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

A ciência do gelado consiste na compreensão dos seus ingredientes, processamento, microestrutura e textura e, destacando-se, as ligações entre todos estes parâmetros. Este estudo requer uma variedade de áreas científicas, incluindo físico-química, ciência alimentar, ciência coloidal, engenharia química, microscopia, ciência dos materiais e ciência do consumidor (Clarke, 2004^a).

2.2 Matérias-primas

O gelado típico usualmente integra 30% de gelo, 50% de ar, 5% de gordura e 15% de açúcar. Associa ainda os três estados da matéria: sólido (gelo), líquido (leite, óleo, solução de açúcar) e gasoso (ar). A fase sólida e gasosa é constituída por partículas pequenas – cristais de gelo, gotículas de gordura e bolhas de ar – numa fase contínua, a matriz (Clarke, 2004^b).

Os ingredientes dos gelados podem ser classificados em três grupos (Clarke, 2004^c):

1. Maioritários, presentes em quantidades substanciais, tais como leite, açúcar, gordura e água;
2. Minoritários, presentes em pequenas quantidades (menos de 1% (p/p)) como emulsionantes, estabilizantes, aromatizantes e corantes;

3. Componentes, como chocolate, biscoitos, bolacha, pedaços de fruta ou nozes, que são adicionados ao gelado.

Idealmente, a selecção de ingredientes deve decorrer da qualidade sensorial e bacteriológica. Alguns ingredientes podem ser seleccionados porque conferem propriedades funcionais necessárias para alcançar algumas características desejadas. É o caso dos produtos não lácteos, que devido a factores económicos bem como de disponibilidade, podem afectar a selecção do processo (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

✦ Água

A água representa uma elevada percentagem do gelado, normalmente de 60 a 72%, mas nos gelados de gelo pode atingir até 85% (Clarke, 2004^o).

É o meio no qual todos os ingredientes são dissolvidos e/ou dispersos e, durante a cristalização e endurecimento, convertido a gelo.

✦ Leite

Os componentes do leite que não a gordura e a água, são conhecidos como MSNF. O leite contém dois tipos principais de proteínas: a caseína (80%) e proteína do soro (20%). As caseínas são proteínas de cadeia curta e tensioactivas, pois uma extremidade é hidrofóbica e outra hidrofílica. As proteínas do soro são também tensioactivas e, tal como as caseínas, são estáveis à desnaturação térmica, embora com temperaturas extremas desnaturarem e precipitem (Clarke, 2004^o).

Além da sua função nutricional, as proteínas exercem um efeito nas características do batimento noutras propriedades físicas e sensoriais do gelado. Elas ligam a água, interagem com os estabilizantes, outras proteínas e glícidos, estabilizam a emulsão depois da homogeneização e, em geral, contribuem para a estrutura do gelado e para a sua textura. São também uma fonte de grupos tiol que, quando activados, actuam como antioxidantes e como precursores de um componente significativo do sabor a cozinhado. Por esta razão, o conhecimento da composição actual, da fonte e da história de processamento do leite em pó pode providenciar informação útil quando, por exemplo, uma explicação é procurada para uma mudança inesperada nas propriedades do gelado ou para antecipar o comportamento no arrefecimento ou armazenamento. (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

O ingrediente mais comum na categoria de produtos lácteos desidratados concentrados é o leite em pó. Pode também utilizar-se soro em pó, leiteilho em pó e caseinato de sódio. A respectiva qualidade deve ser assumida como adequada sem se efectuarem testes.

O soro em pó é um subproduto da produção de queijo e que contém proteínas (α -lactalbumina, β -lactoglobulina, imunoglobulinas e outras), lactose, minerais e vitaminas e alguma gordura residual. A enzima *renina* é essencial como agente coagulante, promovendo a coagulação da caseína como um complexo de cálcio. O aroma do soro em pó é afectado pela qualidade do leite originalmente utilizado na produção de queijo. Em armazenamento, face à oxidação crescente a cor pode escurecer progressivamente e o aroma a ficar progressivamente mais rançoso. Quando o soro incorpora um mau sabor no gelado a designação “aroma a soro” é utilizada para o descrever (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

O leite em pó é um ingrediente utilizado no fabrico de gelados. Tem maior concentração de fosfolípidos, actuando portanto como emulsionantes embora sejam mais susceptíveis à oxidação. O aroma do leite em pó, deve por isso ser cuidadosamente monitorizado para assegurar que a oxidação não tornou o uso do produto desaconselhável.

O caseinato de sódio tem um efeito definitivo no batimento da mistura. Receitas caseiras feitas com este ingrediente e nata não homogeneizada podem ser rapidamente batidas até 100% de *overrun* (que significa incorporação de ar na mistura) apenas com utensílios de cozinha. A hipótese é que o efeito seja devido à criação de bolhas de ar mais elásticas, que conseguem ser mais resistentes à ruptura por glóbulos de gordura (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

✦ Óleos e Gorduras

Os óleos por oposição às gorduras, são líquidos à temperatura ambiente. O gelado usualmente tem um teor em gordura de 8 a 10% do peso. As maiores fontes de gordura utilizadas na indústria produtora de gelado são a manteiga, natas e óleos vegetais.

No gelado, a gordura estabiliza a emulsão, é responsável pela textura cremosa, diminui a taxa de derretimento e é necessária para reter moléculas de aroma que não são solúveis em água (Clarke, 2004^o).

As gorduras são maioritariamente triglicéridos e, em menor grau, fosfolípidos e diglicéridos. Os triglicéridos são ésteres de glicerol e ácidos gordos. São os ácidos gordos que definem as propriedades físicas dos triglicéridos (ponto de fusão, comportamento de cristalização e viscosidade) e por conseguinte da gordura. Como as gorduras são misturas de triglicéridos, o seu perfil de pontos de fusão é muito variado. O tamanho da cadeia de carbonos dos ácidos gordos e os graus de insaturação influenciam o ponto de fusão, ou seja, o ponto de fusão é mais baixo quanto menor for a cadeia de carbonos e quanto maior número de insaturações existirem (Nichols e Sanderson, 2003).

O gelado deve ser feito com gorduras com um perfil de pontos de fusão específico. As gorduras que tem pontos de fusão elevados dão origem a gelados com uma textura cerosa, mas as que tem baixo ponto de fusão tornam difícil a criação de emulsões estabilizadas. Por este motivo, a gordura láctea é considerada a ideal (em termos de perfil de pontos de fusão) para dar ao gelado a textura cremosa tão desejada pelo consumidor (Clarke, 2004^o).

No entanto, os óleos vegetais, como óleo de palma ou óleo de coco, têm perfis similares ao da gordura láctea, sendo amplamente utilizados na produção de gelados. Os óleos afectam a consistência (dureza) bem como a capacidade de batedura do produto final. A sua estrutura globular é instável durante o arrefecimento. O sabor da gordura não láctea deve ser suave e não deve contribuir para uma textura oleosa no produto final (Berger, 1990).

✦ Glícidos

Com a adição de glícidos (glucose, frutose, sacarose e lactose) pretende-se providenciar o nível desejado de doçura, contribuindo ainda para o teor de sólidos totais no gelado, propiciando um meio de controlo da temperatura de congelação, aumentando assim a rigidez do gelado e exercendo a função de agente de ligação de água para promover a textura suave do gelado e resistência à

formação de grandes cristais de gelo como resultado de flutuações na temperatura de armazenamento (Goff, 2006).

Os monossacáridos baixam o ponto de congelação muito mais do que o dissacáridos ou polissacáridos (Ogden, 1993). A viscosidade do gelado também é afectada pelos glícidos, pois um maior peso molecular aumenta a viscosidade da matriz. Note contudo que neste contexto subsistem vantagens e desvantagens, pois matrizes de alta viscosidade tendem a dar gelados mais cremosos e menos frios mas são também mais difíceis de moldar.

O poder adoçante da sacarose tornou-se um padrão, ao qual os outros açúcares são comparados. O facto de alguns açúcares não serem tão doces como a sacarose dá-nos a oportunidade de aumentar o teor total de sólidos no gelado sem aumentar demasiado a doçura. A sacarose é um açúcar refinado, branco e utilizado normalmente na forma seca. A substância é esperada pura e com um teor de 99,9% de sólidos. A doçura é a única resposta sensorial à sacarose. Na forma pura, não tem cheiro ou qualquer outro gosto, logo complementa os aromas utilizados no gelado. Sendo um dissacárido, baixa em menor extensão o ponto de congelação face a um monossacárido mas mais do que alguns xaropes com baixo valor de equivalentes de glucose. Como a sacarose é utilizada em combinação com outros adoçantes é difícil aferir com precisão o seu nível de utilização (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Comparativamente à sacarose, o poder adoçante da glucose corresponde a 60 a 80% e, em teoria, deveria ser possível utilizar um maior teor glucose para aumentar o nível de sólidos sem aumentar excessivamente a doçura. No entanto, devido ao efeito que tem no ponto de congelação, o limite prático é definido pela rigidez do gelado à temperatura do cristalizador e do armazenamento. O uso de glucose por si só produz um gelado suave, contudo a glucose não é um açúcar comum no fabrico de gelados. Usualmente os produtores de gelados procuram um açúcar que substitua a sacarose para melhorarem a textura, o corpo e a resistência ao choque térmico, optando assim por xaropes (Miller-Livney e Hartel, 1997).

Os xaropes de glucose são uma mistura de dextrose, maltose, maltotriose e outros açúcares, obtidos pela hidrólise parcial do amido (Clarke, 2004^c). A extensão de hidrólise de um dado xarope é expressa em equivalentes de glucose, sendo medido pelo total de açúcares redutores calculados como glucose e expressos como percentagem na base seca. Os xaropes de milho são raramente usados como a única fonte de açúcar no gelado e contribuem usualmente com 20 a 50% dos sólidos adoçantes. Xaropes de 36 e 42 equivalentes de glucose são ingredientes comuns na produção de gelados e têm desenvolvido uma importante função (substituir a sacarose). A doçura de um xarope de glucose aumenta à medida que os equivalentes de glucose diminuem, sendo a maioria menos doce do que a sacarose (Clarke, 2004^c). Deseja-se que o gelado possa enfrentar diferenças consideráveis de temperatura antes e depois de chegar aos frigoríficos do consumidor. Isto levou que os produtores de gelados optimizem técnicas e metodologias para estabilizar o corpo e a textura, sendo que os xaropes de baixos equivalentes de glucose trouxeram uma aproximação prática e económica ao problema. O sabor doce do xarope é determinado pela concentração de glucose, o seu componente adoçante, e em menor quantidade de maltose (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Outro açúcar que usualmente é utilizado na forma líquida na produção de gelados é a dextrose monohidratada. É produzida a partir da hidrólise do amido, sendo o estereoisómero natural da glucose (Clarke, 2004⁶). É, também, menos doce que a sacarose.

✦ Estabilizantes

A nível físico-químicos os estabilizantes são substâncias coloidais chamadas hidrocoloides ou simplesmente coloides. Não são solúveis em água no sentido estritamente químico, mas permanecem dispersos numa suspensão coloidal estável e, por conseguinte, parecem dissolvidos. As proteínas do leite e a gordura do leite também estão dispersas numa suspensão coloidal no leite e no gelado. O gelado tem uma estrutura extremamente complexa apresentando de duas fases (aquosa e gorda) que contém substâncias solúveis, uma dispersão coloidal de lípidos em água, uma dispersão coloidal de sólidos como proteínas, minerais e estabilizantes e ar disperso (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Muitas substâncias orgânicas utilizadas como estabilizantes no gelado são formas específicas de polissacáridos. Quimicamente, eles diferem uns dos outros pela estrutura interna, o tipo ou proporção de monossacáridos, a presença, tipo ou número de grupos ácido ao longo da cadeia e a presença de componentes inorgânicos. Como o nome indica, a função mais importante destas substâncias é estabilizar a textura do gelado durante o armazenamento e distribuição. Estas providenciam os meios para a modelação do tipo de corpo desejado para o gelado e contribuem para a estabilidade do corpo e textura sob o efeito do choque térmico (Goff, 1997).

É possível fazer gelado sem utilizar estabilizantes mas, a não ser que o teor em sólidos seja muito elevado, o seu corpo é normalmente caracterizado pela falta de resistência, derretendo rapidamente. Aponte-se contudo que o grau em que estas características se manifestam também depende da quantidade de *overrun* do gelado. De qualquer modo, sem estabilizantes, o gelado é mais vulnerável, podendo adquirir uma textura grosseira no armazenamento, especialmente quando submetido a alterações bruscas de temperatura (Muse e Hartel, 2003).

Um estabilizante deve auxiliar a produção e manutenção do gelado, contribuindo para uma textura suave, contudo critérios adicionais devem ser tidos em conta. Um objectivo adicional é conferir o corpo (firmeza, resistência, coerência) que o produtor considerar mais próximo do ideal, dentro dos parâmetros fixados de composição e do *overrun* das sobremesas congeladas (Goff, 1997).

A resistência ao choque térmico também é afectada de maneira significativa pela escolha dos estabilizantes. O nível apropriado dos estabilizantes a usar é um parâmetro importante, porque níveis excessivos podem dar origem a um corpo gelatinoso, mau derretimento e possível interferência com a libertação de aromas. Níveis inadequados, por outro lado, podem não providenciar os benefícios procurados no estabilizante.

Para ir ao encontro dos requerimentos de estabilizantes específicos para o gelado é necessário um ou mais ensaios em fábrica. Uma mistura da mesma composição pode não produzir os mesmos resultados sob as mesmas condições de fabrico, devido a diferenças que possam existir na *performance* dos equipamentos e processos para processamento da mistura, arrefecimento, endurecimento e manuseamento do produto. Depois de observar verdadeiramente a funcionalidade

do estabilizante num ensaio do produto, os requerimentos podem ser alterados para adquirir os efeitos desejados. Os fornecedores de estabilizantes devem assegurar que os seus produtos vão actuar de forma uniforme de *batch* para *batch*, bem como que os critérios de qualidade, como presença de microrganismos, propriedades físico-químicas e isenção de corpos estranhos, são apropriados (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

As misturas de estabilizantes estão disponíveis num enorme número de combinações de gomas com ou sem emulsionantes, com diferentes níveis de agentes dispersantes (por exemplo glucose) que as tornam mais ou menos concentradas e com facilidade variável de dispersar no frio.

A manifestação mais óbvia da acção de um estabilizante consiste no aumento da viscosidade da mistura que se torna aparente até por observação visual. Um dos critérios para seleccionar o tipo de estabilizante e para decidir o seu nível de uso consiste no aumento do grau de viscosidade. Viscosidade excessiva pode criar problemas de fluxo, troca de calor lenta, excessiva pressão e outras dificuldades derivadas destes problemas. Baixa viscosidade pode causar estabilização inadequada (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Além dos estabilizantes, a viscosidade da mistura é afectada pela gordura, pelos MSNF e pelo teor de sólidos totais, pelo tipo de açúcares, conteúdo de emulsionantes, pressão e temperatura de homogeneização, aglomeração de glóbulos de gordura, balanço de sais, método de pasteurização, taxa de arrefecimento, período de maturação e outras interacções. Porque o tratamento térmico é uma parte integral do processamento da mistura, a contribuição do estabilizante deve ser vista como a soma de todas as interacções num dado sistema de processamento da mistura (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Uma evidência directa da interacção estabilizante-proteína pode ser observada quando o *locus bean gum* (LBG), goma guar ou carboximetilcelulose são incorporados numa mistura de gelado. Quando a mistura fica a maturar durante 24 horas sem agitação, a separação do soro ocorre, ou seja, evolui uma mistura mais concentrada de proteína e gordura. Uma mistura que esteja separada pode ser mantida uniforme por agitação e vai cristalizar normalmente, mas se alguém falha na remistura, o gelado não terá uma composição uniforme. Uma solução prática é o uso de gomas, em combinação com um estabilizante que previna a separação do soro. O carragenano é conhecido pela sua reactividade com as proteínas do leite, sendo muito eficiente para este propósito a baixas concentrações (0,01%). É quase invariavelmente utilizado em combinação com estabilizantes que promovem a separação do soro (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

No gelado endurecido a concentração de gomas pode aumentar seis a oito vezes devido ao baixo nível de água não congelada. Flutuações de temperatura são bastante prejudiciais para a estrutura do gelado devido à tendência dos cristais de gelo crescerem em tamanho quando recristalizam. Impedindo o movimento de qualquer água derretida, é esperado que o grau de crescimento do cristal possa ser reduzido. Os gelados produzidos com gomas normalmente tem uma estrutura mais estável em armazenamento. O mecanismo pelo qual várias gomas ligam água é conhecido por diferir em alguns aspectos. Algumas são capazes de formar um gel tanto pela sua própria orientação estrutural (como a gelatina) ou por formarem pontes de cálcio (por exemplo alginato de sódio). As gomas utilizadas nos gelados também diferem no efeito nas propriedades

reológicas da mistura tais como pseudoplasticidade, tixotropia, valor de rendimento, máxima viscosidade e taxa de desenvolvimento de viscosidade (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

✦ Emulsionantes

Em adição às proteínas do leite, o gelado também contém emulsionantes, como mono e diglicéridos. A nível físico-químico, uma emulsão é uma suspensão de pequenas partículas ou gotículas de um líquido noutro líquido. A suspensão das gotículas de gordura no leite é um exemplo de uma emulsão natural. Para se produzir uma emulsão estável é necessária a presença de um agente emulsionante que se posicione na interface dos dois líquidos e seja parcialmente solúvel em ambos. As moléculas do emulsionante têm uma porção hidrófila e uma porção hidrofóbica (Jiménez-Flores *et al.*, 1993). Apesar da sua designação, os emulsionantes são também utilizados no gelado para de-emulsificarem alguma da gordura (Ogden, 1993).

Os emulsionantes reduzem o tamanho das bolhas de ar e aceleram a produção de gotículas de gordura, para que o produto seja batido até ao máximo de “secura” e rigidez assim que sai do cristizador e entra na embalagem. Estes aglomerados de gotículas de gordura são os responsáveis pela sensação de riqueza do gelado, mas podem também trazer sabores indesejáveis ao gelado, especialmente se oxidados antes (Ogden, 1993).

A estabilidade da emulsão é afectada também pelo tamanho das gotículas. No leite a emulsão é estável, mas devido a uma diferença na gravidade específica as gotículas flutam e formam uma camada de nata à superfície. Quando o leite é homogeneizado, o tamanho das gotículas é reduzido e proteínas depositam-se na superfície das mesmas. Considerando que a gravidade específica das proteínas é mais elevada que a da gordura, as gotículas deixam de sofrer a acção da mesma, não ocorrendo separação da nata (Goff, 1997).

Com o uso de ovos, os produtores antigos de gelado, descobriram os efeitos benéficos dos emulsionantes indirectamente. Gema de ovo foi por muito tempo um ingrediente no fabrico de gelados devido ao aroma e sabor que conferia, mas também devido às suas propriedades emulsionantes.

Os benefícios do uso de emulsionantes englobam (Jiménez-Flores *et al.*, 1993):

1. Uma aparência seca no produto ao sair do arrefecimento;
2. Melhoramento nas propriedades de batadura;
3. Melhoramento no corpo e textura;
4. Sensação ao comer mais rica;
5. Bolhas de ar menores;
6. Melhoramento na capacidade de resistência ao choque térmico.

Na presença de emulsionantes adicionados, o gelado aparenta estar mais seco quando sai da etapa de cristalização quando comparado com um sem adição do emulsionante. A secura é um resultado do fenómeno de agregação das gotículas de gordura na interfase ar-líquido. Um produto seco e firme é essencial na produção de gelados por extrusão. O embalamento de materiais secos também é facilitado, pois não ocorre escorrimento para as embalagens. Normalmente os produtos

mais suaves têm baixo *overrun* mas devem ter uma aparência seca, de modo a manter a sua forma ao servir e impedir que ocorra escorrimento e derretimento instantâneo (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Porque são agentes tensioactivos que reduzem significativamente a tensão de superfície, espera-se que melhorem as propriedades de batimento e promovam o desenvolvimento de bolhas de ar mais pequenas mas mais numerosas. Mais bolhas de ar providenciam maior superfície, o que deve promover a aparência seca, porque o líquido se espalha sobre uma grande área. No entanto, isto não é o único mecanismo, e possivelmente não é o predominante, para o efeito dos emulsionantes. Deve ser dada atenção à concentração do emulsionante, bem como ao seu conteúdo em gordura. À medida que a sua concentração aumenta, os emulsionantes adquirem um grau de de-emulsificação que envolve separação da gordura no arrefecimento e mau sabor quando o gelado é consumido. À medida que o conteúdo em gordura aumenta, a função de-emulsificante é aumentada. O objectivo consiste na obtenção de um certo grau de de-emulsificação porque é dessa maneira que obtemos o efeito seco desejado (Bolliger *et al.*, 2000).

Um menor teor de emulsionante torna-se necessário em produtos que contenham mais gordura. A quantidade de emulsionante também depende do tipo de emulsionante utilizado. Cooperação directa com o fornecedor deve ajudar a identificar o emulsionante correcto ou a combinação de emulsionantes para as diferentes situações (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

✦ **Aromatizantes**

Um requisito essencial num gelado é um sabor apelativo e agradável. Os aromatizantes são bastante importantes para a escolha do consumidor. Os mais usados são a baunilha, chocolate, *nougat*, morango e nozes (^a Bylund, 1995). São utilizados para conferir sabor e aroma ao gelado e assegurar a uniformidade entre *batches*.

Alguns aromatizantes são solúveis em água e outros em lípidos, o que afecta a percepção do sabor e aroma no gelado. Os aromas solúveis em água estão presentes na matriz e são rapidamente libertados no consumo, enquanto os aromas solúveis em lípidos são libertados de forma mais lenta. Os aromas podem ainda ser naturais, ou seja, extraídos de plantas, ou sintéticos (que podem ser idênticos aos naturais ou artificiais pois não existem na natureza) (Clarke, 2004^c).

✦ **Corantes**

A cor tem uma influência significativa na percepção de qualidade por parte do consumidor. Os corantes são adicionados à mistura para dar origem a gelados atractivos, para melhorar ou intensificar a cor de alguns ingredientes e para uniformizar a cor entre *batches* (Bylund, 1995^a).

Os corantes naturais são extraídos da natureza mas usualmente, apesar de serem conotados de saudáveis e terem boa solubilidade, são mais caros e podem ser pouco estáveis em relação à temperatura e à luz. Os corantes artificiais atraem publicidades negativas, mesmo sendo uma opção mais barata. Por norma, na indústria dos gelados, utilizam-se corantes naturais como antocianinas (cor *bordeaux*) ou clorofilas (cor verde). O cacau em pó também pode ser utilizado como corante nos gelados (Clarke, 2004^c).

2.3 Materiais de embalagem

A embalagem é extremamente importante para o consumidor, pois visualmente é a primeira abordagem ao produto. Apesar de ser impossível preservar a qualidade dos alimentos congelados por um período indefinido de tempo, a embalagem adequada pode atrasar a taxa de deterioração e perda de qualidade (Krochta, 2006).

A escolha dos materiais e estrutura da embalagem é determinada por várias considerações, entre as quais (Tanner e Amos, 2006):

- ✦ Funcionalidade, ou seja, para proteger e preservar o produto durante o armazenamento e distribuição;
- ✦ Atracção do consumidor, isto é, para melhorar a aparência do produto;
- ✦ Segurança, pois existem requerimentos especiais para os materiais de embalagem que estão em contacto directo com os alimentos;
- ✦ Rotulagem, de forma a garantir os requisitos legais, logísticos e de *marketing*;
- ✦ Custo de produção e distribuição, por exemplo, o número de produtos que pode ser arrumado numa palete para armazenamento e transporte tem um efeito significativo no custo final do produto.

O custo da embalagem pode ter uma enorme influência na decisão do produtor. Se a embalagem não for visível para o consumidor pode optar-se por uma solução barata, mas se for uma embalagem para exibir então é necessário que seja visualmente apelativa, que tenha uma qualidade geral e de impressão elevada. Usualmente o papel e o cartão são os materiais de embalagem mais baratos. Contudo, antes de se tomar uma decisão de compra, é necessário ter em consideração o custo do material em bruto, a conversão para embalagem, a influência da embalagem nas taxas de arrefecimento, a estabilidade do produto e os custos de reciclagem e eliminação (Tanner e Amos, 2006).

A embalagem tem quatro funções principais: contenção, protecção, comunicação e conveniência. Outra função é a eficiência de produção, que envolve a capacidade da embalagem manter a qualidade em processos de rápido enchimento, selagem e manuseamento. Outros atributos adicionais que são tidos em conta e valorizam a embalagem são o impacto ambiental e a manutenção da segurança alimentar (Krochta, 2006).

No caso dos gelados, as embalagens devem ser eficazes na sua função de contenção pela manutenção da sua integridade nos ambientes severos do processo de produção, que podem ser o enchimento, selagem, congelamento, armazenamento e transporte. A protecção também é de extrema importância no que diz respeito ao perigo microbiológico, à oxidação, a diferenças de humidade, perda ou ganho de aromas, danos físicos e adulteração.

Os materiais mais utilizados no fabrico de gelados são o cartão, plástico, alumínio ou combinação destes materiais (figura 9). Independentemente da forma da embalagem ou do material, os gelados são normalmente embalados em envoltórios de plástico e depois acondicionados em caixas de cartão (Kilara e Chandan, 2008).



Figura 9: Vários tipos de embalagem (A – recipientes de plástico; B – Copos de cartão; C – Envoltórios de plástico; D – Caixas de cartão canalado) utilizados na indústria de produção de gelados.

A embalagem deve conferir protecção ao gelado, quer do ponto de vista da qualidade alimentar, quer do ponto de vista da segurança. A embalagem deve ser segura, não deve permitir contaminação com microrganismos ou corpos estranho e deve ser inerte, ou seja, não deve reagir com o produto alimentar. Deve garantir também que não ocorre migração dos compostos do material de embalagem para o produto alimentar. A embalagem deve proteger o produto contra factores estranhos, ou seja, deve garantir que o produto saí intacto e que não sofre alterações desde o final da produção até ao momento de consumo. É necessário por isso que o material utilizado seja resistente a choques térmicos, luz e água.

O *design* e grafismo da embalagem servem para comunicar, ou seja, para vender o produto. A escolha do consumidor passa muitas vezes por uma embalagem apelativa, que transmita a qualidade do produto que está no interior. Além do factor publicitário, as embalagens contêm a indicação do lote, permitindo a rastreabilidade dos produtos e todas as informações obrigatórias como composição nutricional, prazo de validade, quantidade (peso e/ou volume) e ingredientes, entre outros.

A conveniência (também designada de funcionalidade ou utilidade de uso) tem adquirido importância junto do consumidor. Esta função envolve a facilidade de abertura ou a capacidade de voltar a fechar a embalagem (Krochta, 2006).

2.4 Fluxograma

Os passos básicos para a produção e gelado são (Jiménez-Flores *et al.*, 1993):

1. Selecção dos ingredientes da mistura;
2. Recepção de materiais de embalagem e matérias-primas;
3. Pesagem e mistura de ingredientes;
4. Homogeneização;
5. Pasteurização da mistura;
6. Arrefecimento;
7. Maturação da mistura;
8. Cristalização;

9. Enchimento (e adição de fruta, pedaços, xaropes, *etc*);
10. Embalagem;
11. Endurecimento;
12. Armazenamento;
13. Distribuição.

O fluxograma geral do processo representado na figura 10, vai ser detalhado de seguida.



Figura 10: Diagrama geral do processo de produção de gelados.

2.5 Etapas do Processo

O gelado é feito de acordo com os passos descritos na figura 10. Cada uma dessas etapas do processo deve ser rigorosamente controlada, para garantir a qualidade e uniformidade do gelado como produto final. Tanto a escolha dos ingredientes e equipamentos como o controlo dos parâmetros do processo devem ser concretizados de forma cuidada e ponderada. Neste capítulo apontam-se, de forma detalhada, todas as etapas relevantes para o fabrico de um gelado.

✦ **Formulação**

Na formulação das misturas de gelado, o principal objectivo está associado à criação de um produto com características físicas, químicas e sensoriais percebidas pelo fabricante como desejadas, baseando-se na aceitação favorável por parte do consumidor. O cumprimento dos requisitos legais e *standards* é essencial, mas mesmo com estas restrições o fabricante tem uma ampla margem de manobra para a sua escolha e inovação. Os critérios que podem afectar a escolha particular das formulações podem ser (Jiménez-Flores *et al.*, 1993):

1. Preço tão baixo quanto possível;
2. Posicionamento do produto;
3. Competitividade face ao líder de mercado;
4. Adaptabilidade ao equipamento existente;
5. Características sensoriais alvo do produto;
6. Classificação de “natural”;
7. Validade do produto;
8. Resistência ao choque térmico;
9. Características de derretimento;
10. Perfil de libertação de aromas e sabor;
11. Características de corpo e textura;
12. Tipo de produto;
13. Novo conceito de produto;
14. Melhoramento do produto;
15. Concorrência (emulação) com outro produto.

Para o fabrico de gelado de qualidade não existe segredo ou fórmula mágica. A diferença entre um gelado com ou sem qualidade é a gestão controlada. Por gestão controlada, entende-se o uso de bons ingredientes em cada *batch*, a manutenção da mesma composição e o controlo de todos os passos do processo (mistura, cristalização, embalagem, endurecimento, armazenamento e distribuição) para garantir a qualidade do produto (Kilara e Chandan, 2008).

A formulação é um passo essencial, mas a selecção de ingredientes, tipo de aroma, quantidades, *overrun* e qualidade da embalagem tem um papel significativo ou devem complementar a fórmula seleccionada.

O tempo de vida do produto e a resistência ao dano causado por flutuações de temperatura são preocupações chave para o produtor. Os factores que providenciam algum grau de controlo

sobre estes problemas começam na formulação. O conteúdo total de sólidos e os seus componentes tem um papel importante nesse controlo. Quando se escolhe uma fórmula, deve considerar-se o conteúdo desejado em (Jiménez-Flores *et al.*, 1993):

1. Gordura;
2. MSNF;
3. Sólidos totais;
4. Nível adoçante (expresso em sacarose);
5. Estabilizante/emulsionante.

✦ **Recepção de Materiais de Embalagem e Matérias-primas**

A recepção dos materiais de embalagem e matérias-primas é uma etapa de extrema importância para a qualidade e segurança alimentar. O armazém deve ser limpo, seco, fresco e livre de insectos e animais. Boas práticas e precauções de higiene devem ser tidas em conta aquando da abertura e esvaziamento das embalagens, para evitar derramamento e contaminação da mistura com fragmentos de embalagem ou qualquer tipo de adorno pessoal que os operadores possam acidentalmente deixar cair dentro das embalagens (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Durante a recepção das matérias-primas, deve proceder-se à recolha dos boletins de cada carga e à verificação visual e quantitativa da carga. Deve manter-se com os fornecedores uma relação de confiança, de modo a garantir a qualidade dos produtos adquiridos e a veracidade da documentação apresentada. Contudo, é importante que se realizem análises físico-químicas e microbiológicas às matérias-primas recepcionadas. Estas análises podem ser regulares, como medições de pH, temperaturas, teor de sólidos e de gorduras, ou podem ser periódicas, como contagem de microrganismos em placa, viscosidades, entre outras.

Os materiais são armazenados em tanques, silos, tambores ou sacos, dependendo da sua forma física. Os produtos secos usados em pequenas quantidades como estabilizantes, emulsionantes entre outros, são normalmente recepcionados em sacos pequenos e armazenados no armazém até consumo na produção. Já o leite em pó e açúcar, são recepcionados em sacos grandes, que são depois despejados nos respectivos silos (Bylund, 1995^a).

Os locais de armazenamento dos açúcares na fábrica têm que ser vistos com cuidado. Os açúcares secos devem estar embalados em contentores estanques, que forneçam protecção contra contaminação e humidade. Alguns açúcares secos são extremamente higroscópicos. As porções de açúcar não utilizadas devem ser cuidadosamente seladas, identificadas e encaminhadas de volta ao armazém. Plantas grandes usualmente utilizam xaropes líquidos, com o seu manuseamento por um sistema de *bulk* automático. Estes tanques devem manter os xaropes à temperatura correcta para fácil manuseamento e conter mecanismos de protecção contra o crescimento de leveduras e bolores (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Os óleos vegetais são distribuídos em veículos cisterna a uma temperatura que oscila entre os 10 a 15°C acima do seu ponto de fusão. A temperatura deve ser alta para manter a viscosidade baixa o suficiente para que se possa depois descarregar os óleos, com o auxílio de uma bomba (Bylund, 1995^a).

Os materiais de embalagem devem ser armazenados em armazém até serem consumidos nos locais de produção. O seu transporte deve ser feito com cuidado de modo a evitar contaminações ou danos no material.

✦ **Pesagem e Mistura de Ingredientes**

O processo de mistura é feito para misturar e dissolver os ingredientes numa solução, no mínimo tempo e com gastos de energia mínimos. Os ingredientes devem ser adicionados nas proporções correctas e numa ordem particular de modo a alcançar qualidade óptima e consistente da mistura e máxima utilização dos ingredientes (Clarke, 2004^d).

Os ingredientes líquidos são doseados primeiro (água, leite, natas, *etc*) e inicia-se o aquecimento e a agitação. As gorduras sólidas são derretidas antes da sua adição. Os ingredientes secos (açúcares, estabilizantes, leite em pó, *etc*) são adicionados em seguida (Clarke, 2004^d).

Os ingredientes secos, especialmente o leite em pó, são geralmente adicionados a uma unidade de mistura pela qual circula água, criando assim um efeito ejector que suga o pó para o fluxo (designado sistema *semi-bulk*) (Bylund, 1995^a). Os estabilizantes são muito difíceis de dissolver, logo para ajudar à dissolução são misturados com açúcar, numa proporção de peso de 1 para 1, evitando assim a formação de grumos (Clarke, 2004^d). Todos os outros ingredientes secos são adicionados ao misturador manualmente, de forma suave de modo a ajudar à dissolução dos mesmos na mistura.

O tanque de mistura (figura 11) tem capacidade de aquecer a mistura, tem agitadores para ajudar o processo e normalmente é isolado de modo a minimizar as perdas de calor. O aquecimento e a agitação são cuidadosamente controlados para que os ingredientes estejam efectivamente dispersos e dissolvidos e para que os ingredientes sensíveis ao calor não fiquem danificados (Clarke, 2004^d). A mistura é normalmente aquecida (50 a 60°C) para facilitar a dissolução dos ingredientes (Bylund, 1995^a).

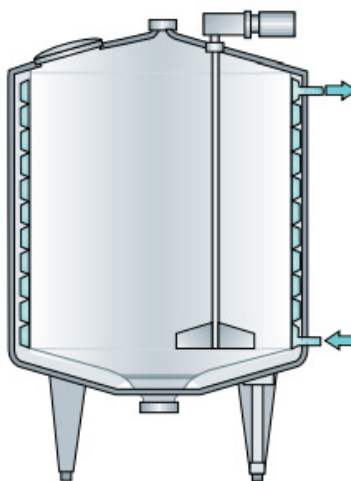


Figura 11: Esquema adaptado de tanque de mistura com manga lateral para aquecimento/arrefecimento (Bylund, 1995^b).

A recirculação de leite ou água actua como um meio para dissolver os ingredientes na mistura, tornando-a mais uniforme (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Nesta fase o ar deve ser mantido num mínimo, pois causa a formação de espumas que interferem na pasteurização e na homogeneização, contribuindo para a separação do soro na mistura e no produto final após derretimento (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Quando, por inúmeras razões, nomeadamente problemas com os cristalizadores ou interrupções na produção, alguma mistura não foi convertida em produto final, esta pode ser reutilizada por adição ao tanque de mistura. Isto é chamado retorno (Clarke, 2004^d).

✦ Homogeneização, Pasteurização e Arrefecimento

A pasteurização é um tratamento térmico empregue nos produtos alimentares para reduzir o número de microrganismos patogénicos a um nível considerado seguro para o consumo humano (Clarke, 2004^d). Adicionalmente, tem um papel útil na redução total da carga microbiológica e na solubilização de alguns componentes da mistura (proteínas e estabilizantes) (Goff, 2006). A homogeneização é uma etapa de redução das partículas de gordura em pequenas gotículas, dispersas na mistura.

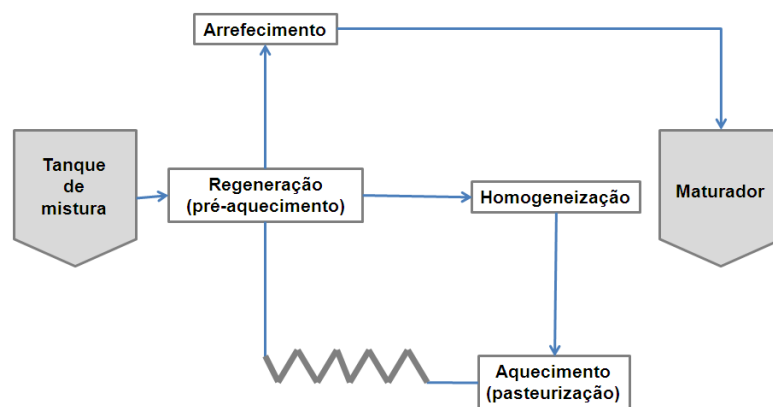


Figura 12: Diagrama adaptado das etapas de pasteurização, homogeneização e arrefecimento (Clarke, 2004^d)

A pasteurização pode ser efectuada em *batch* ou em contínuo. O método de pasteurização, *batch* versus contínuo, afecta a maneira pela qual alguns passos são alcançados e o tipo de equipamento necessário. O maior critério na escolha do método é baseado nos factores económicos, características do produto, disponibilidade do equipamento, tamanho da operação e eficiência da fábrica (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Uma pasteurização em *batch* utiliza um recipiente apropriado, de modo a receber a mistura e aquece-la a 70°C e quando a temperatura é alcançada, manter por 30min a mistura nesse recipiente antes de se efectuar a homogeneização e o arrefecimento (Kilara e Chandan, 2008). Apesar de não ser muito utilizada, apresenta alguns efeitos benéficos no corpo e textura do gelado, pois promove a hidratação das proteínas e estabilizadores e outras interacções entre constituintes da mistura (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

No processo em contínuo, utiliza-se um pasteurizador de placas (figura 13). Este pasteurizador de placas tem três secções designadas de regeneração, aquecimento e arrefecimento (figura 12). A mistura entra na secção de regeneração e é aquecida pela mistura pasteurizada (etapa de poupança de energia). É homogeneizada e depois aquecida (no mínimo 80°C, durante 20 a 25s).

Segue depois por um tubo por mais 25s. Passa de seguida por dois controlos chamados

aparelhos de diversão de fluxo. Se a mistura se encontrar a uma temperatura abaixo dos 80°C enquanto está no tubo, os aparelhos de diversão de fluxo mandam a mistura novamente para ser pasteurizada, caso a mistura esteja à temperatura desejada segue para o permutador de calor onde se dá o arrefecimento até 4°C (Kilara e Chandan, 2008).

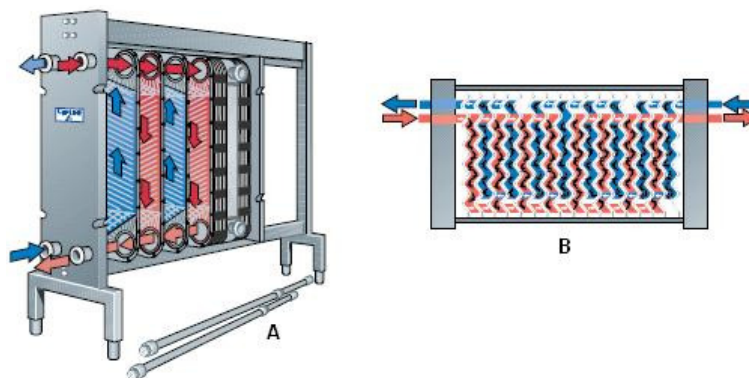


Figura 13: Esquema de fluxo de transferência de calor (B) num permutador de placas (A) (Bylund, 1995^b).

Um tratamento térmico progressivamente mais alto aumenta a quantidade de água ligada na mistura, logo altera a viscosidade da mistura. As mudanças observáveis na viscosidade com o aumento do tratamento térmico são incrementadas com o aumento do teor de sólidos da mistura. Este efeito é usualmente descrito como super aquecimento. É também influenciado pelo historial de tratamento térmico dos ingredientes utilizados, o conteúdo em proteínas e o rácio entre caseínas e proteínas do leite. Qualquer acidez na mistura pode potenciar o desenvolvimento de maior viscosidade ao ponto de causar problemas no processo (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

A homogeneização da mistura no fabrico de gelados é um processo no qual as gotículas de gordura da mistura são reduzidas a um tamanho uniforme, ao serem forçadas a passar por um pequeno orifício a alta pressão (Goff, 2006). O processo encontra-se ilustrado na figura seguinte.

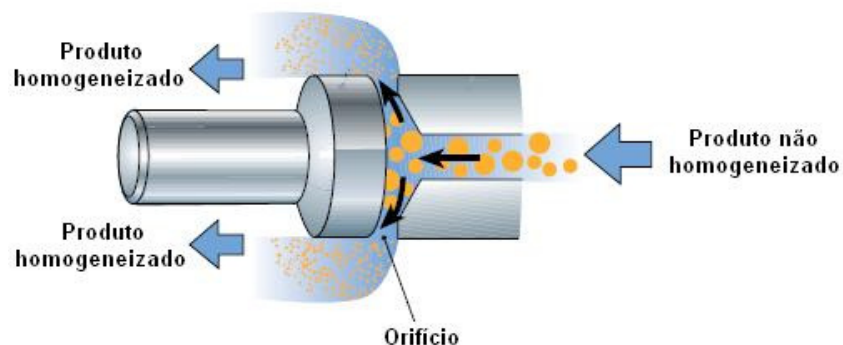


Figura 14: Representação esquemática do método pelo qual ocorre a homogeneização da gordura numa mistura de gelado (Bylund, 1995^b).

Na mistura não homogeneizada o tamanho médio das gotículas de gordura é de 2 a 4µm, sendo que a homogeneização tem a capacidade de reduzir o tamanho médio para 1µm ou menos (Kilara e Chandan, 2008). A eficiência da homogeneização deve ser examinada ao microscópio óptico (Jiménez-Flores *et al.*, 1993), como exemplificado na figura 15.

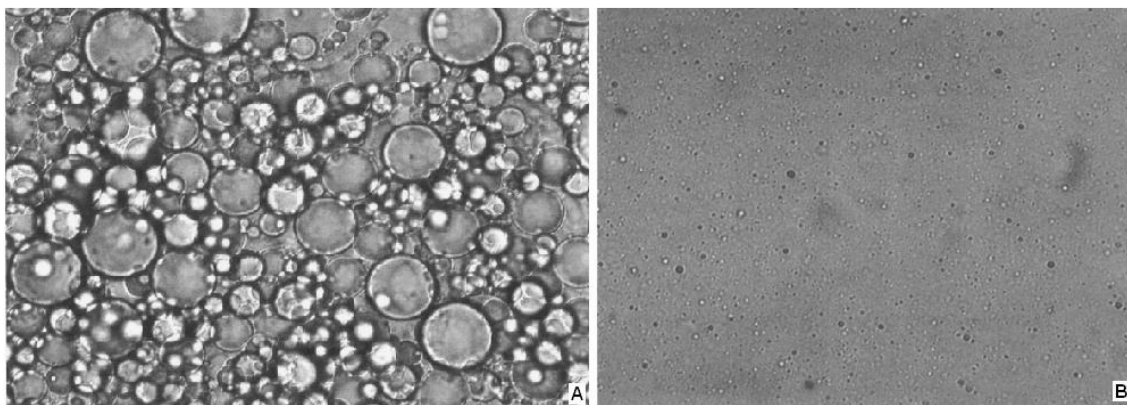


Figura 15: Microscopia óptica da mistura de gelado antes da homogeneização (A) e após homogeneização (B) (Clarke, 2004^d).

Com um único passo de homogeneização, as gotículas de gordura tendem a coalescer, logo é necessário um segundo passo (figura 16) imediatamente após o primeiro (Goff, 2006). Recentemente as homogeneizações a alta pressão vêm sendo utilizadas com frequência, pois produzem gotículas ainda mais pequenas, garantindo uma maior área de superfície de gordura. De facto, em misturas com baixo teor de gordura torna as bolhas de ar mais estáveis e por conseguinte reduz a taxa de derretimento (Clarke, 2004^d).

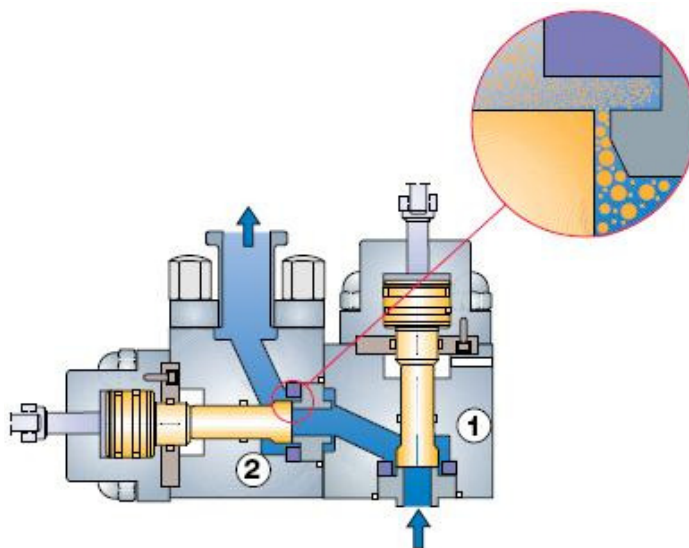


Figura 16: Pormenor ilustrativo de um homogeneizador de duas fases, primeira fase (1) e segunda fase (2) (Bylund, 1995^b).

A homogeneização pode ser efectuada depois da pasteurização (processo em *batch*) ou antes da pasteurização (processo em contínuo), mas sempre na mistura aquecida, para que a gordura possa estar toda no estado líquido. As pressões usuais na homogeneização variam entre 14 e 20MPa (correspondendo a 140 a 200 bar) (Bylund, 1995^a).

Após homogeneização as proteínas do leite rapidamente adsorvem à superfície das micelas de gordura. As proteínas estão maioritariamente adsorvidas no lado aquoso da interface gordura-matriz, com partes hidrofóbas na interface. A caseína livre, as micelas de caseína e a proteína do soro têm diferentes actividades de superfície, logo adsorvem de forma diferenciada. Proteínas são boas

estabilizadoras de emulsões de óleo em água, impedindo a coalescência por criarem uma membrana forte e grossa à volta das gotículas de gordura. As interações entre as proteínas nas superfícies das gotículas torna mais difícil a sua aproximação e por conseguinte a sua coalescência, sendo este mecanismo conhecido como estabilização estérica (Clarke, 2004^d)

A mistura homogeneizada e pasteurizada é então arrefecida a 4°C e transferida para um tanque de maturação (Bylund, 1995^a). O arrefecimento inibe o crescimento microbiológico e prepara a mistura para a maturação (Clarke, 2004^d). É feito num permutador de calor, incorporado antes da entrada dos maturadores ou directamente acoplado ao sistema de pasteurização, de modo a garantir a descida de temperatura para que seja mais fácil alcançar os 4°C necessários à maturação.

✦ Maturação

A mistura homogeneizada e pasteurizada sofre um processo de maturação em tanques refrigerados a cerca de 4°C, para produzir um produto com melhor textura e qualidade (Goff, 2006). A maturação é um processo de armazenamento quiescente da mistura, com agitação suave (para evitar o seu aquecimento), por um período que varia de 2 a 72h (mínimo de 2h para gorduras vegetais e 4h para gorduras animais). É feito em tanques que são desenhados para minimizar a exposição atmosférica e a outras possíveis fontes de contaminação (Clarke, 2004^d).

Durante a maturação ocorrem dois processos fundamentais, tal como exemplificado na figura 17, a adsorção dos emulsionantes às gotículas de gordura e a cristalização da gordura dentro das gotículas (Kilara e Chandan, 2008). Os emulsionantes geralmente substituem as proteínas do leite na superfície das gotículas de gordura (Lebail e Goff, 2008). Isto acontece porque à medida que a mistura arrefece os emulsionantes, que usualmente são mono e diglicéridos, começam a cristalizar tornando-se mais hidrofobos, adsorvendo mais fortemente à superfície das micelas de gordura. A cristalização da gordura é lenta porque deve ocorrer a nucleação dentro de cada gotícula individual. Mono e diglicéridos cristalinos e triglicéridos de elevado ponto de fusão promovem a cristalização da gordura, agindo como pontos de nucleação (Goff, 2002).

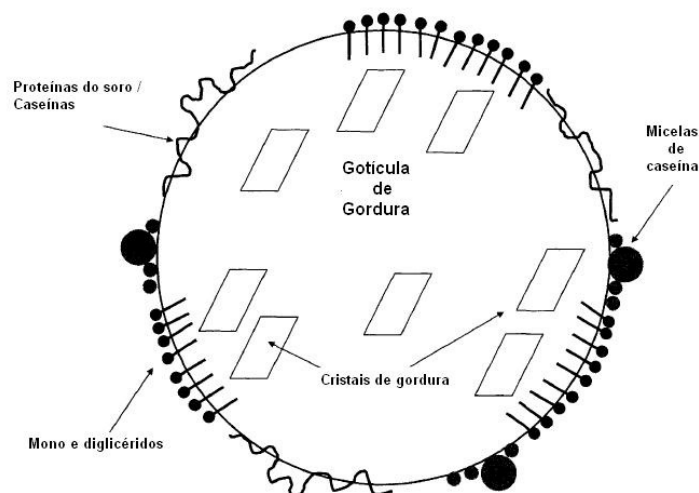


Figura 17: Gotícula de gordura durante maturação, exemplificando a adsorção das proteínas do leite e emulsionantes à superfície e a cristalização da gordura (Clarke, 2004^c).

É essencial que a maturação seja longa o suficiente para que estes processos ocorram, pois são importantes precursores do passo seguinte de cristalização. O tempo de maturação depende da natureza da mistura e do tipo de gelado que se vai produzir com ela (Clarke, 2004^d).

✦ **Cristalização**

Muitas das propriedades do gelado são predeterminadas pela selecção de ingredientes e a formulação. No entanto, o produto deve ser cristalizado de forma apropriada para se tirar total partido dos benefícios provenientes dos passos anteriores (Jiménez-Flores *et al.*, 1993). A cristalização e o batimento são das etapas mais importantes para o desenvolvimento da qualidade, textura e rendimento do produto final (Goff, 2006). Os cristalizadores da fábrica convertem a mistura em gelado por um processo simultâneo de aeração, batimento e cristalização, para formar bolhas de ar, cristais de gelo e a matriz. Estes processos têm sido a base do fabrico de gelados desde a sua invenção até ao presente, tanto em indústria como nas cozinhas caseiras (Clarke, 2004^d).

Quando se fala em cristalização, é importante referir que diz respeito à criação de gelo a partir da água existente na mistura, sendo que durante esse processo o equilíbrio entre água e gelo é alterado. Os cristalizadores modernos da indústria de fabrico de gelados, tem como base o ciclo de refrigeração. A refrigeração mecânica depende de fluidos que tenham um ponto de ebulição baixo e um elevado calor latente de vaporização, sendo este o calor necessário a uma mudança de estado. Na fase gasosa o refrigerante deve ser denso, não tóxico, pouco inflamável, imiscível com óleo e de baixo custo. O amoníaco é o refrigerante mais utilizado na indústria de gelados (Kilara e Chandan, 2008).

O ciclo de refrigeração mais eficiente é conhecido como o ciclo de Carnot, que consiste numa compressão e expansão adiabáticas e uma absorção e rejeição de calor com um refrigerante a temperatura constante (Pardo e Niranjana, 2006). As unidades de refrigeração têm quatro elementos: evaporador, compressor, condensador e válvula de expansão (figura 18). O refrigerante circula entre estes quatro elementos e muda de estado líquido para gasoso e para líquido novamente. No evaporador o líquido refrigerante evapora a pressão reduzida e absorve calor latente da vaporização e arrefece o meio a ser congelado. As outras partes da refrigeração vão reciclar o refrigerante. O vapor refrigerante passa do evaporador para o compressor onde a pressão aumenta. O vapor a alta pressão passa depois para o condensador onde é condensando a um líquido a alta pressão. O líquido passa por uma válvula de expansão onde a pressão é reduzida e o ciclo começa de novo (Kilara e Chandan, 2008).

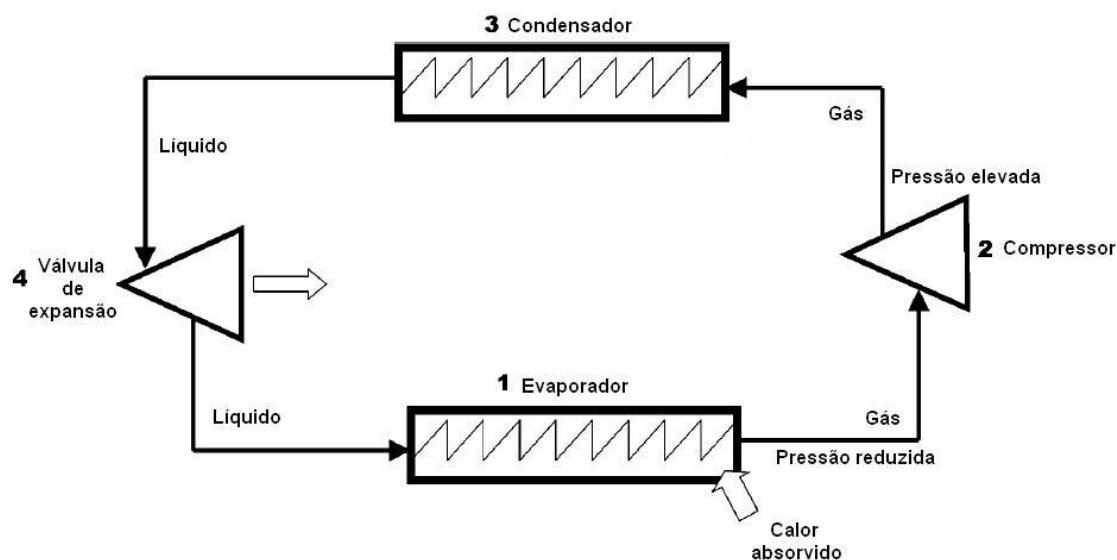


Figura 18: Esquema adaptado dos componentes básicos de um ciclo de refrigeração mecânica (Pardo e Niranjan, 2006).

O ciclo de refrigeração é responsável pela cristalização da água na mistura de gelado. O ponto de congelação de um alimento é aquele em que o primeiro cristal de gelo existe com a água circundante. No entanto, antes de se poderem formar os cristais de gelo, um núcleo de moléculas de água tem que estar presente, ou seja, a nucleação precede a formação de cristais de gelo. Na cristalização da mistura o ponto de congelação é determinado pela quantidade e tipos de solutos presentes. Os mais importantes são os açúcares, sais do leite e outros componentes de baixo peso molecular (Russel *et al.*, 1999). Na figura 19, o gráfico demonstra a maior percentagem de água congelada, quando a mistura tem baixa concentração de açúcares, para uma dada temperatura. Por este motivo, é importante saber que os monossacáridos diminuem mais o ponto de congelação do que os dissacáridos e que os sais diminuem 2 a 3 vezes mais o ponto de congelação que igual quantidade de açúcares (Kilara e Chandan, 2008).

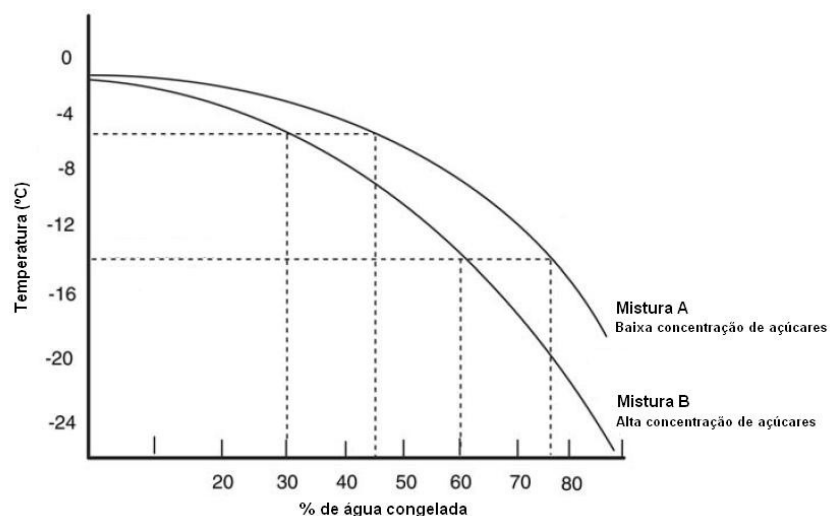


Figura 19: Curva de congelação, demonstrando a relação entre a temperatura e a água congelada para duas misturas que variam na concentração de soluto (Goff, 2006).

Os cristalizadores de gelados (figura 20) consistem num tambor cilíndrico normalmente de 0,2m de diâmetro e 1m de comprimento. Utilizam um ciclo de refrigeração, como o descrito anteriormente, onde o refrigerante passa pela camisa do tambor, refrigerando o seu interior. Dentro do tambor encontra-se uma batedeira contínua movida a motor eléctrico. A batedeira é equipada com lâminas raspadoras que encaixam minuciosamente no tambor (Clarke, 2004^d). O tambor está exemplificado na figura 21.

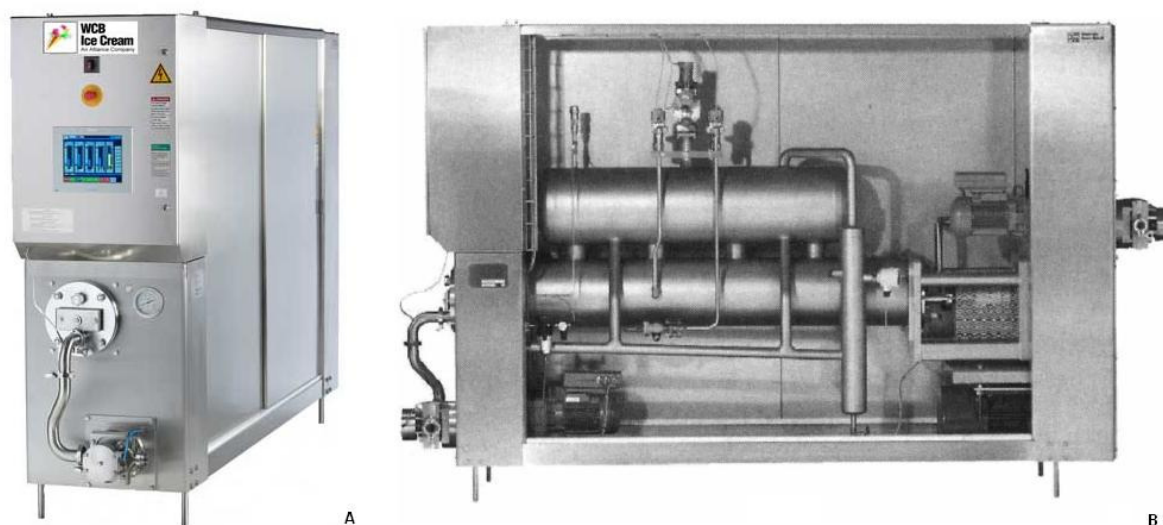


Figura 20: Exemplo de um cristalizador, perspectiva exterior (A) e interior (B) (WCB Ice Cream, 2012).

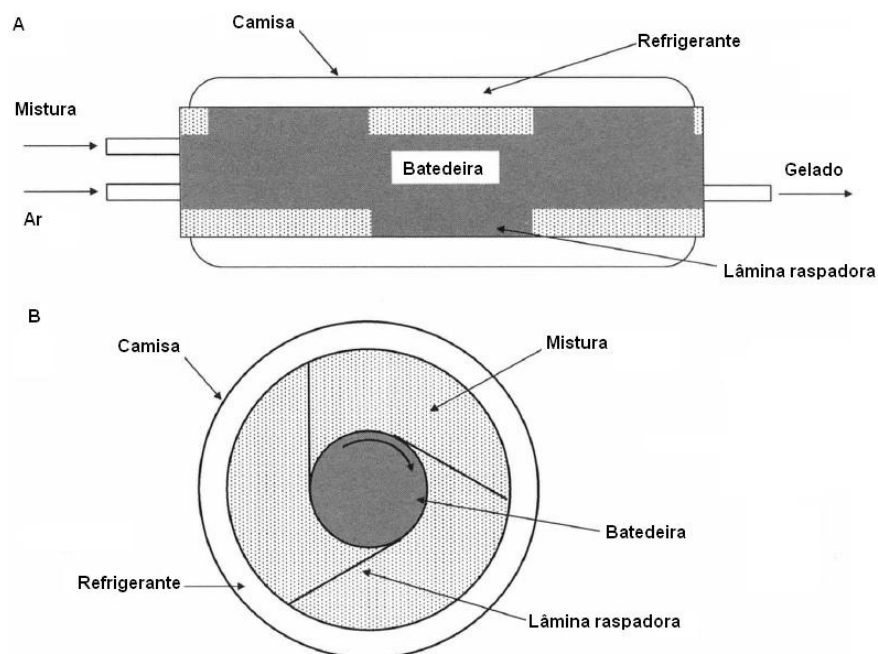


Figura 21: Secções de um cristalizador industrial, perspectiva longitudinal (A) e transversal (B) no eixo do tambor (Clarke, 2004^d).

A batedeira tem duas funções: de submeter a mistura a um elevado cisalhamento e de raspar a camada de cristais de gelo que se forma nas paredes. Usualmente o tambor é feito de níquel, coberto por uma camada no interior de crómio. O níquel ajuda na transferência de calor e tem a capacidade

de aguentar pressões elevadas, já o crómio providencia resistência química (devido aos agentes de limpeza utilizados) e ao desgaste (devido às lâminas raspadoras) (Clarke, 2004^d).

Existem dois tipos de bateadeiras, as abertas e as fechadas, que são utilizadas para diferentes tipos de produto. As abertas (figura 22) têm menor capacidade de corte e maiores tempos de residência que as fechadas para a mesma temperatura, são utilizadas para gelado, ao contrário das fechadas que são mais utilizadas para xaropes (Clarke, 2004^d).

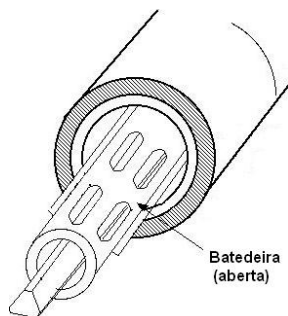


Figura 22: Exemplo de uma bateadeira aberta (Lebail e Goff, 2008).

A operação de cristalização é controlada por muitos parâmetros. A pressão do refrigerante determina a temperatura a que evapora, e por conseguinte a temperatura da parede interior do tambor (normalmente -30°C). O rendimento ou taxa de débito de gelado do cristizador é determinado por fluxo de entrada (mistura e ar), tempo de residência (usualmente 30 a 60s), *overrun* e pressão dentro do tambor (geralmente 5atm). Todos estes parâmetros, com a velocidade de rotação da bateadeira (normalmente 200rpm), determinam a temperatura do gelado à saída do cristizador (Clarke, 2004^d).

O ar é injectado no tambor por um sistema de filtros para garantir que é limpo, seco e livre de contaminação microbológica. Inicialmente o ar forma bolhas grandes, sendo que com o batimento ocorre uma diminuição das bolhas de ar e a sua dispersão, necessários à obtenção de um gelado de boa qualidade. O corte também causa a coalescência parcial de algumas gotículas de gordura e essa coalescência é importante para estabilizar a bolhas de ar no gelado (Adapa e tal., 2000).

Á medida que se incorpora ar na mistura, esta é simultaneamente arrefecida. De acordo com a lei de arrefecimento de *Newton* (equação 4), que determina a taxa de arrefecimento de uma mistura, quanto mais frio for o refrigerante (T_r) mais rápida vai ser a remoção de calor da mistura (mais rápido arrefece a mistura (T_{mist})), consequentemente mais rápida vai ser a taxa a que ocorre congelação (Clarke, 2004^d).

$$\frac{dT_{mistura}}{dt} \propto (T_r - T_{mist}) \quad (4)$$

Quando a mistura toca as paredes interiores frias do tambor, uma camada de gelo é imediatamente formada e é rapidamente removida pelas lâminas raspadoras rotativas (figura 23) (Bylund, 1995^a). O tempo entre raspagens é usualmente 0,1s, logo apenas uma camada fina de gelo se pode formar antes de ser removida. As lâminas devem estar em boas condições para garantir a eficiência da remoção, pois mesmo uma camada fina de gelo que fique na parede do tambor pode

causar uma redução dramática na transferência de calor. Os pequenos cristais de gelo são dispersos na mistura pela bateadeira (Clarke, 2004^d).

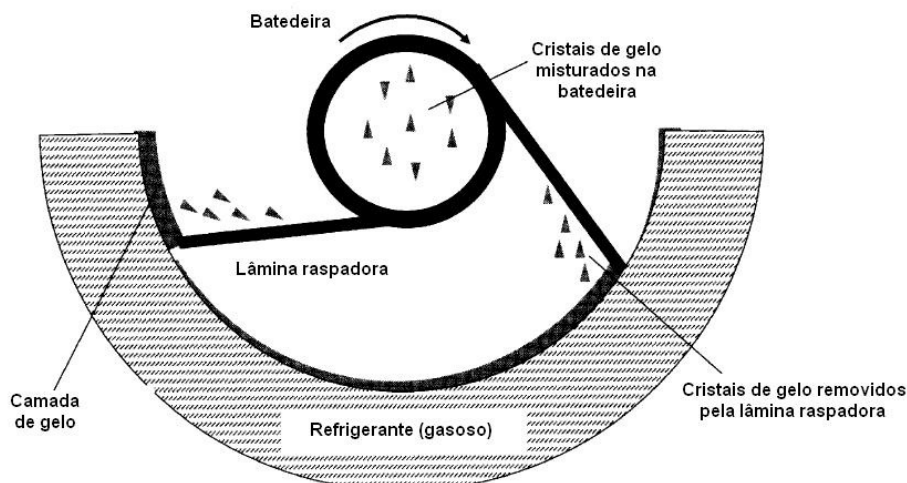


Figura 23: Lâminas raspadoras a removerem os cristais de gelo da parede do interior do tambor (Clarke, 2004^d).

Existem amplos gradientes de temperatura dentro do tambor, mais frio nas paredes e mais quente no centro. Por isso, quando os cristais de gelo são dispersos na mistura mais quente no centro, derretem e arrefecem a mistura. Com a repetição deste procedimento, a mistura arrefece cada vez mais tornando possível a sobrevivência de cristais de gelo suficientes para a textura e viscosidade (usualmente 10Pa.s) desejadas no gelado (Clarke, 2004^d).

Com o decorrer do processo, eventualmente chega-se a um ponto em que a energia fornecida iguala a energia removida como calor pelo refrigerante, isto é, o processo torna-se auto-limitado. Por este motivo, a temperatura mais baixa que se consegue alcançar no gelado ao sair do cristalizador é entre -5 a -6°C (Bylund, 1995^a).

Quando o gelado sai do cristalizador, sofre uma queda de pressão de aproximadamente 4atm, logo as bolhas de ar expandem. Se utilizarmos a lei de *Boyle* (equação 5) percebemos que o ar tem um volume menor dentro do cristalizador e assume um volume 4 vezes maior ao sair (Clarke, 2004^d), levando a uma expansão do gelado (Kilara e Chandan, 2008).

$$P \times V = constante \quad (5)$$

O aumento de volume do gelado por incorporação de ar é designado *overrun* (Bylund, 1995^a). Pode ser calculado pela equação 6 (Goff, 2006). A percentagem de *overrun* é um parâmetro importante pois ajuda a definir o corpo e textura desejada no gelado.

$$overrun = \frac{V_{gelado\ feito} - V_{mistura\ utilizada}}{V_{mistura\ utilizada}} \times 100 \quad (6)$$

✦ Enchimento e Embalamento

Após cristalização, o gelado pode ser bombeado para a fase seguinte do processo, que é o enchimento. Os gelados podem ser extrudidos directamente para bandejas numa variedade imensa

de formas e tamanhos, ou podem ser injectados para copos ou cones ou até para uma bolacha de *sandwich* (Bylund, 1995^a).

O enchimento (exemplos na figura 24) pode ser definido como um processo que força um determinado material bombeável por uma abertura restrita. Envolve trabalho e compressão do material para formar uma massa semi-sólida mediante uma variedade de condições controladas e depois forçando-a, a uma taxa premeditada, a passar por um orifício (Ainsworth e Ibanoglu, 2006).

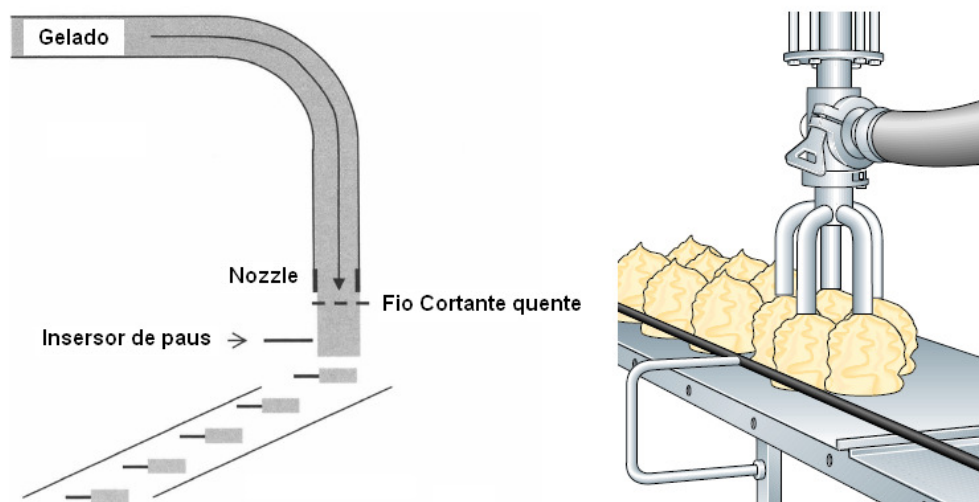


Figura 24: Exemplos de processo de enchimento, o sistema à esquerda é de extrusão em molde específico, corte e inserção de pau, e o sistema à direita é injeção em bandeja (Clarke, 2004^e; Bylund, 1995^a).

Existem vários motivos benéficos para o uso de extrusores e injectores no processamento de materiais alimentares. Eles são capazes de produzir uma ampla variedade de diferentes tipos e formas de produto, usualmente apenas com uma ligeira mudança no bico de enchimento ou nos parâmetros do sistema operacional. Os extrusores podem ser descritos como uma combinação de uma bomba e um permutador de calor de superfície raspada do qual as condições operacionais são insensíveis à viscosidade do material. A capacidade dos sistemas de extrusão levarem a cabo uma série de operações simultâneas é extraordinária dando origem a poupanças nos custos de trabalho, espaço e energia enquanto aumentam a produtividade (Ainsworth e Ibanoglu, 2006).

Os sistemas de enchimento têm uma ampla gama de formas, tamanhos e métodos de operação, mas podem ser categorizados em três tipos: de pistão, de tambor ou de parafuso. O mais simples dos três é o de pistão, que consiste num único pistão ou numa bateria de pistões que forcem o material por um bico (*nozzle*) para um transportador. Os pistões conseguem libertar quantidades precisas de materiais e são normalmente utilizados para depositar recheios centrais de chocolate ou xarope. Os sistemas de tambor consistem em dois cilindros muito próximos, que rodam em sentidos opostos. O material é enviado para a falha entre os cilindros, que rodam a velocidades similares ou diferentes e tem superfícies lisas ou com perfil. Uma enorme variedade de características no produto pode ser obtida pela alteração da velocidade dos cilindros e pela falha entre eles. Os de parafuso (figura 25) são os mais complexos das três categorias e empregam um único ou múltiplos parafusos que giram num tambor estacionário para fazer passar o material por um molde específico.

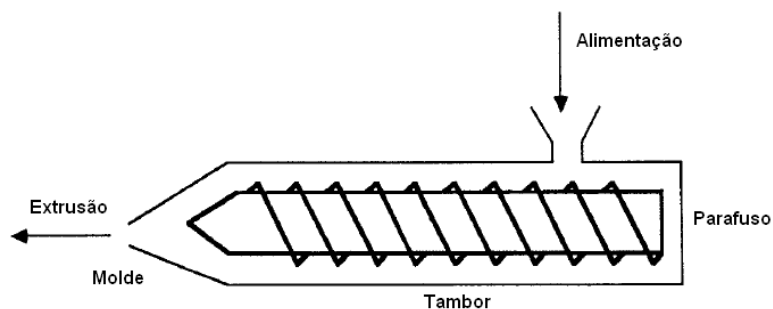


Figura 25: Esquema de um extrusor de parafuso (Ainsworth e Ibanoglu, 2006).

Normalmente, o gelado é embalado em copos, cones ou caixas (1 a 6L) numa máquina rotativa ou de enchimento em linha. Xarope de fruta ou ingredientes secos, como pedaços de fruta, frutos secos ou chocolate podem ser adicionados ao gelado imediatamente após o cristalizador contínuo. Isto é feito por conexão de um alimentador desses ingredientes directamente na linha de produção do gelado (Bylund, 1995^a).

A embalagem é uma parte essencial do produto, sendo que o protege mas também ajuda à sua venda. Pode existir mais do que uma embalagem, ou seja, um gelado é embalado numa embalagem primária (por exemplo um copo), depois numa embalagem secundária (como uma caixa de cartão canelado) e por fim numa palete devidamente acondicionada em filme estirável. Neste caso, as últimas duas formas de embalagem são retiradas antes de chegar ao consumidor, logo este apenas vê a primeira embalagem.

Existem vários tipos de embalagem, como se podem ver nos exemplos da figura 26.



Figura 26: Exemplos de diferentes embalagens de gelados.

Os produtos em barra ou com pau são embalados em envoltórios de rolo, podendo ser de papel revestido, polipropileno ou película metalizada. O envoltório é desenrolado do rolo e transformado numa manga tubular onde os produtos são colocados, selados por calor e cortados no final.

Os envoltórios dos cones de bolacha são feitos de folha ou papel laminado de alumínio. O topo do envoltório é amachucado sobre um disco de cartão para formar uma tampa depois de o produto estar concluído. Os cones normais, são feitos de cartão revestido em ambos os lados com polipropileno e selados por calor de um lado e enrolados no topo para fazer um rebordo. É neste rebordo que a tampa de alumínio vai ser selada por calor.

São utilizados também copos ou recipientes de plástico de vários tamanhos (de 75mL a 5000mL). Utilizam-se também copos de cartolina com tampas do mesmo material, que necessitam apenas de pressão para serem selados. As sobremesas geladas, usualmente são embaladas em envoltórios de plástico e posteriormente em caixas de cartão (Clarke, 2004^e).

✕ Endurecimento

A microestrutura de cristais de gelo e bolhas de ar dispersas é termodinamicamente instável, ou seja, o sistema tende para um estado no qual as fases estão menos dispersas. Se o gelado fosse simplesmente armazenado à temperatura a que sai do congelador iria deteriorar-se muito rapidamente. Os cristais de gelo e as bolhas de ar iriam coalescer, sendo que o seu tamanho médio iria aumentar e o seu número total diminuir. Como não é possível estabilizar termodinamicamente a microestrutura, a melhor forma de o fazer consiste na diminuição da taxa a que ocorre coalescência para que não ocorra deterioração no período de validade do gelado, o que se consegue com o endurecimento (Clarke, 2004^d). No processo de endurecimento o objectivo é reduzir a temperatura para pelo menos -18°C no centro do gelado, o mais rapidamente possível.

Para se endurecer o gelado a embalagem é colocada num ambiente extremamente frio (usualmente de -30 a -45°C), onde ar frio varre a superfície das embalagens durante algum tempo. Nestas condições a água do gelado, que permanece na fase líquida, é congelada de fora para dentro do produto. À medida que a água se converte em gelo, torna-se um isolador, o que torna cada vez mais difícil arrefecer o centro do produto (Kilara e Chandan, 2008). Assim, o tempo de permanência do produto nestes locais de endurecimento deve ser cuidadosamente definido de acordo com o produto em causa.

Além disso quanto mais rápida é a etapa de endurecimento, melhor será a textura do produto final (Bylund, 1995^a). Os cristais de gelo crescem durante o endurecimento de duas maneiras: por propagação e por recristalização. Propagação consiste simplesmente no aumento de tamanho de todos os cristais de gelo à medida que a água congela e forma mais gelo. Recristalização é o processo no qual cristais de gelo maiores crescem à custa dos mais pequenos, existindo um aumento do tamanho médio dos cristais de gelo, embora sem alterações na quantidade total de cristais (Clarke, 2004^d). Quanto menor a temperatura menor a recristalização. Logo para garantir que a propagação domina e que a recristalização é minimizada, o endurecimento deve ser rápido.

O sistema de endurecimento utilizado pode ser um túnel (em espiral ou recto como na figura seguinte), uma sala ou placas de contacto.

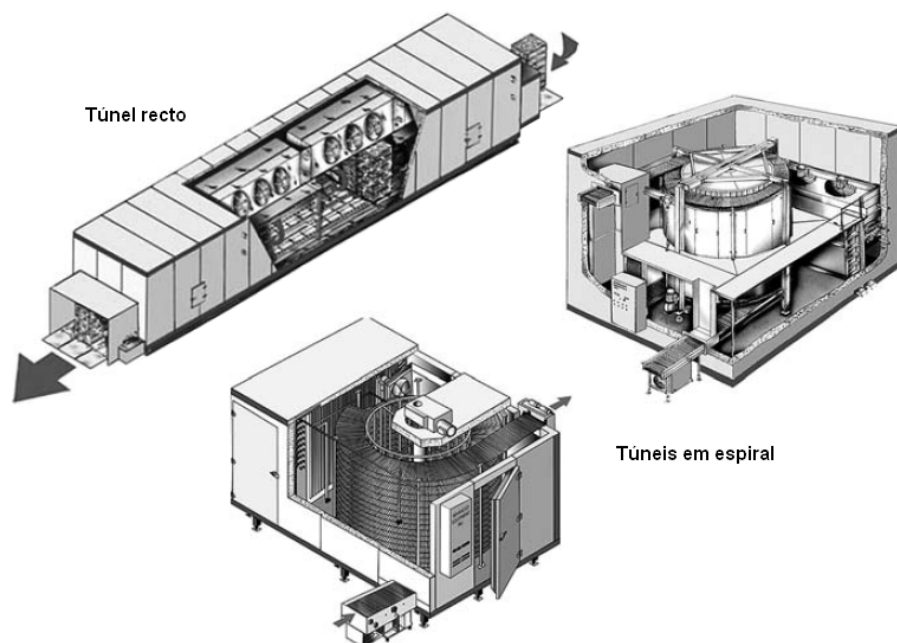


Figura 27: Túneis de endurecimento (Pearson, 2008).

O endurecimento em equipamentos de contacto directo, é muito eficiente na transferência de calor mas necessita que todos os produtos tenham exactamente o mesmo tamanho e formato (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

A etapa de endurecimento pode ser realizada em *batch* ou em contínuo. Os sistemas de *batch* consistem numa sala extremamente fria com a capacidade de movimentar elevados volumes de ar. Os produtos devem estar dispostos de maneira a que o ar frio seja capaz de varrer todas as superfícies dos gelados embalados. Este sistema necessita de ventiladores por toda a sala. Já no sistema contínuo, as embalagens de gelado atravessam um túnel onde circula ar frio. O percurso dentro do túnel ou sala é normalmente em *zigzag* ou em espiral, para que as embalagens permaneçam o tempo de residência necessário para atingirem os -18°C no seu centro (Kilara e Chandan, 2008). O movimento contínuo neste tipo de endurecimento permite que os túneis sejam integrados na linha de produção assegurando que cada embalagem individual é submetida a uma taxa consistente de endurecimento (North e Lovatt, 2006). Depois do endurecimento num sistema contínuo os produtos são removidos dos tapetes directamente para as caixas de cartão canelado e embalados, automática ou manualmente (Bylund, 1995^a).

Vários factores afectam a taxa de endurecimento, como o tamanho do produto, o tipo de embalagem, a quantidade de produtos a sofrerem endurecimento, a temperatura e velocidade do ar circulante e o tipo de equipamento (Jiménez-Flores *et al.*, 1993). Produtos de tamanho pequeno endurecem mais rapidamente, mas também aquecem mais rapidamente quando não sujeitos a temperaturas de congelação. Por este motivo, eles sofrem danos severos no corpo e textura como resultado dos choques térmicos. Isto é aplicável a gelados de pauzinho e a copos pequenos e constitui um dos seus maiores problemas em termos de qualidade. Recipientes maiores (como os gelados com volumes superiores a 1L) endurecem mais lentamente e deve dar-se mais tempo para que se atinjam os -18°C no seu interior. O *overrun* também é um factor que afecta a taxa de

endurecimento. Quando maior a percentagem de *overrun*, menor a capacidade calorífica e a condutividade térmica do gelado, ou seja, a capacidade calorífica reduz a quantidade de calor que tem que ser removido e a condutividade térmica reduz a taxa à qual é removido. Deste modo, os dois efeitos são opostos, mas a capacidade calorífica tem maior efeito, resultando num tempo de residência mais curto (Sofjan e Hartel, 2004). Outro factor é o conteúdo em cristais de gelo, levando a um endurecimento mais rápido para os que têm maior conteúdo. Também produtos que estejam embalados endurecem mais devagar do que aqueles que não o estão (Clarke, 2004^d).

Em todos os sistemas de endurecimento formam-se camadas de gelo ao longo do tempo. Em ambientes húmidos este processo pode ser mais rápido que em ambientes áridos. As salas ou túneis devem ser descongelados, tentando encontrar-se políticas para minimizar ou evitar a formação de gelo especialmente nos evaporadores (Kilara e Chandan, 2008). A boa gestão desta etapa, aplicando políticas de melhoria, leva a ganhos de tempo e minimiza o gasto de energia, pois não é necessário descongelar o túnel e voltar a congelar com tanta frequência.

✦ Armazenamento e Distribuição

Depois de congelados os produtos são transferidos para uma câmara fria onde são mantidos a uma temperatura até -29°C, em paletes. O esquema de paletização deve ser desenhado de modo a evitar danos nas caixas e de forma a manter a paleta intacta e segura durante o tempo de armazenamento necessário (eliminando linhas de quebra que podem levar à desconstrução da paleta). O prazo de validade do gelado depende do tipo de produto, do embalamento e da manutenção constante da temperatura baixa. O período mínimo de armazenamento é até ao atingimento da temperatura de -18°C no interior do produto. (Bylund, 1995^a).

O armazém deverá ser de dimensão adequada, com capacidade para refrigerar e manter uma temperatura constante de -23 a -29°C. Estes locais devem estar equipados com sensores de temperatura que permitam fazer registos para que se possa controlar a temperatura (Kilara e Chandan, 2008). Em geral, deve efectuar-se uma manutenção dos espaços para que o produto nunca entre em descongelação.

A distribuição deste tipo de produtos é de extrema importância para a sua conservação e para a sua qualidade. É necessário que exista uma rede coesa e inquebrável de frio desde o final da produção até ao instante de consumo. Essa manutenção deve ser feita primariamente nas instalações fabris, em armazéns refrigerados de grande dimensão de modo a garantir que o produto é conservado nas condições óptimas, depois nos veículos de distribuição, nos locais de venda e finalmente nos congeladores dos consumidores.

Os veículos de transporte são essencialmente armazéns de frio sobre rodas mas são mais difíceis de manter à temperatura correcta, devido por exemplo à entrada de calor aquando da carga e descarga do veículo (Panozzo, 2008). A manutenção da temperatura pode ser controlada na fábrica construindo locais de carga específicos (figura 28), que permitam manter uma temperatura controlada em todo o processo para garantir a qualidade do produto.

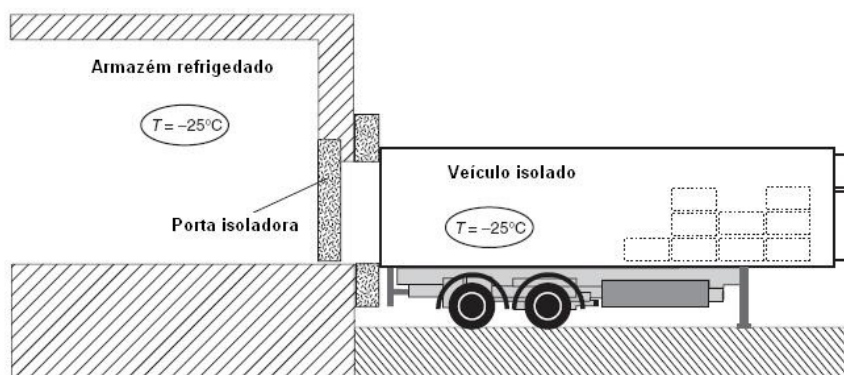


Figura 28: Esquema adaptado de uma rede inquebrável de frio para garantir o correcto carregamento para posterior distribuição (Panozzo, 2008).

Não podemos esquecer que é importante garantir que mesmo dentro dos veículos o produto se mantém sempre a uma temperatura constante e adequada. Isso é feito promovendo a circulação de ar refrigerado dentro do veículo. Para isso temos que dispor a carga de maneira ordenada, com um espaçamento para a parede de modo a permitir a circulação de ar entre as paletes ou caixas do produto (figura 29).

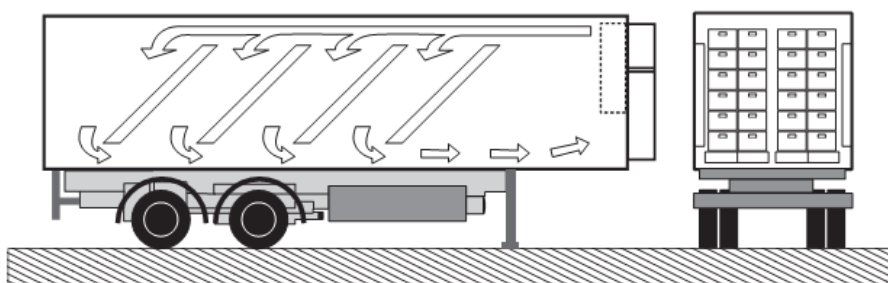


Figura 29: Esquema da carga do produto congelado, de modo a garantir que exista uma circulação do ar refrigerado por entre o produto (Panozzo, 2008).

O uso de condutas no tecto é fundamental, para que o ar que entra flua para as unidades refrigeradoras e de seguida para todo o veículo refrigerado (Panozzo, 2008). Utilizam-se normalmente três condutas, como exemplificado na figura seguinte.

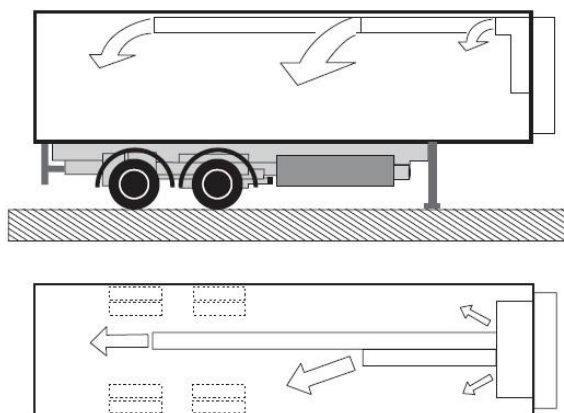


Figura 30: Esquema das condutas de ar e respectivo fluxo num veículo refrigerado (Panozzo, 2008).

2.6 Higieneização

O mercado pretende obter produtos limpos, saudáveis e de qualidade sendo estas as características que levam o cliente a comprar de novo um produto. Os potenciais efeitos de uma limpeza e qualidade insuficientes devem ser sempre objectos de muita atenção.

Como preocupações dos resultados da limpeza, os termos seguintes são utilizados para definir os graus de limpeza (Bylund, 1995^o) :

- ✦ Limpeza física – remoção de toda a sujidade visível da superfície;
- ✦ Limpeza química – remoção de toda a sujidade visível bem como de resíduos microscópicos que podem ser detectados pelo sabor ou cheiro mas não são visíveis a olho nu;
- ✦ Limpeza bacteriológica – atingida por desinfecção;
- ✦ Limpeza estéril – destruição de todos os microrganismos.

Nas operações de limpeza das indústrias alimentares o objectivo é atingir uma limpeza química e bacteriológica. Nesse sentido, as superfícies dos equipamentos são primeiro limpas com detergentes químicos e posteriormente desinfectadas.

Os sistemas de “limpeza no local” ou sistema CIP (*cleaning in place*) foram desenvolvidos de forma a estarem adaptados às várias etapas da linha de produção permitindo resultar em boas condições de limpeza e sanitárias. O sistema CIP pode ser definido como a circulação dos líquidos de limpeza através das máquinas e equipamentos num circuito de limpeza (Bylund, 1995^o). A passagem do fluxo dos líquidos a alta velocidade gera um efeito de limpeza mecânica que desaloja os depósitos de sujidade (Majoor, 2003).

As operações de limpeza devem ser realizadas de forma estrita segundo procedimentos cuidadosamente trabalhados (com os utensílios adequados) de forma a atingir o grau de limpeza exigido. Isto significa que a sequência deve ser, sempre, exactamente a mesma, em que o ciclo de limpeza deve compreender os seguintes passos:

- ✦ Recuperação dos resíduos dos produtos por raspagem, drenagem e expulsão com água ou ar comprimido;
- ✦ Pré-enxaguar com água para remover a sujidade solta;
- ✦ Limpar com detergentes;
- ✦ Enxaguar com água limpa;
- ✦ Desinfectar com aquecimento ou agentes químicos (opcional). Se este passo for incluído o ciclo deve terminar com um enxaguamento final, se a qualidade da água for boa.

Cada etapa exige um determinado intervalo de tempo de forma a atingir os resultados desejáveis. Para um funcionamento efectivo deste sistema os equipamentos devem ser desenhados para se ajustarem ao circuito de limpeza e para serem também fáceis de limpar (todas as superfícies devem ser acessíveis aos detergentes).

Existem vários factores que influenciam o tipo de sistema de limpeza, como o processamento a quente, o tipo de ingredientes e o tipo de equipamentos. Desde os anos 60 que se usam sistemas CIP centralizados, em que existe uma estação central onde estão os tanques de armazenamento de água e soluções de detergentes, que são posteriormente bombeados para todo o sistema de

produção aquando da limpeza. As descargas são feitas a partir da estação e controladas por um sistema computadorizado, que faz a gestão do sistema CIP. Desde modo, os sistemas de limpeza permitem uma melhor gestão da água, dos detergentes e uma limpeza mais eficiente e efectiva, face aos sistemas anteriores e à limpeza unicamente manual.

A verificação dos resultados da limpeza deve ser tida em atenção e considerada uma parte essencial das operações de limpeza e pode ser realizada seguindo uma inspecção bacteriológica (teste de coliformes). Esta monitorização está concentrada num determinado número de pontos estratégicos na linha. A qualidade bacteriológica dos produtos finais deve ser verificada nas suas embalagens para obter o melhor controlo de qualidade possível (Bylund, 1995^o).

3. Qualidade e Segurança Alimentar

3.1 Segurança Alimentar

O termo segurança alimentar não tem uma única definição que seja universalmente aceite. A segurança alimentar pode ser definida como a prática que assegura que os alimentos não causam danos ao consumidor (Lawley *et al.*, 2008^a). Esta simples definição abrange muitas áreas diferentes, como a higiene, saúde, perigos, riscos, *etc.*

É considerado perigo qualquer agente com potencialidade de provocar um efeito nocivo para a saúde (Duarte, 2011), seja doença ou lesão no consumidor. Existem três tipos de perigo, os perigos biológicos, como bactérias patogénicas, químicos, como compostos produzidos durante o processamento e físicos, como uma pedra ou metal. Por conseguinte, os perigos são os factores que a prática da segurança alimentar procura proteger, conter e eliminar (Roberts, 2001). A segurança deve ser a primeira consideração de qualquer fabricante de produtos alimentares em todas as etapas da produção.

A análise microbiológica de produtos lácteos pode revelar diversos tipos de microrganismos. A magnitude e diversidade de populações microbianas varia consideravelmente dependendo da produção específica, processamento, condições de armazenamento e distribuição. As análises de rotina geralmente envolvem a contagem de microrganismos de deterioração e microrganismos indicadores, podendo no entanto envolver também a contagem de microrganismos patogénicos em certos produtos (Vasavada e Cousin, 1993).

Os microrganismos não têm a capacidade de se desenvolverem em gelado ou sobremesas lácteas congeladas desde que as temperaturas se mantenham abaixo dos -10°C. No entanto a presença de microrganismos nestes produtos pode dar informações acerca da qualidade dos ingredientes e a natureza sanitária do processamento e embalamento (Vasavada e Cousin, 1993).

Nenhum programa único dentro duma indústria alimentar pode ser tão abrangente e ainda assim tão importante quanto o controlo de qualidade. Um sistema de segurança alimentar deve ser sistemático, baseado em riscos, transparente, participatório e com mínima perturbação do comércio (Pray e Yaktine, 2009). O ponto principal é desenvolver um sistema que proteja a marca da intervenção reguladora permanente, proteja o consumidor da contaminação indevida e proteja o produto da variação indesejada. Devido à sua utilidade e significância é fundamental compreender e

aplicar um sistema de controlo de qualidade e segurança alimentar, o HACCP (*hazard analysis critical control point*) (Clute, 2009).

HACCP é um acrónimo usado para descrever o sistema de análise de perigos e controlo de pontos críticos. O conceito de HACCP é uma abordagem sistemática à gestão da segurança alimentar baseado em princípios reconhecidos com o objectivo de identificar perigos que são possíveis de ocorrer em qualquer etapa de produção alimentar e organizar medidas de controlo para prevenir que esses perigos ocorram. O HACCP é muito lógico e abrange todas as etapas de produção de alimentos, desde a fase de crescimento (na quinta) até ao consumidor, incluindo todos os processos e distribuição intermediários (Mortimore e Wallace, 2001).

O HACCP é uma técnica estruturada aplicada seguindo os seguintes passos (Mortimore e Wallace, 2001):

1. Olhar para como o produto é fabricado – do início ao fim e passo a passo, identificando os possíveis perigos, decidindo em que etapa do processo estes são mais prováveis de ocorrer e colocando medidas de controlo para prevenir estes perigos de ocorrerem;
2. Decidir quais destes controlos são absolutamente críticos para a segurança alimentar;
3. Fixar um limite de segurança para a operação destes pontos críticos;
4. Monitorizar estes controlos para assegurar que eles não excedem o limite de segurança;
5. Identificar as acções correctivas caso algo corra mal;
6. Documentar os requisitos e descobertas de como os produtos são produzidos;
7. Assegurar que o sistema funciona efectivamente pela revisão regular da execução e auditorias.

Estas etapas formam a base já bem conhecida do sistema de HACCP com sete princípios, que são aceites internacionalmente. Estes princípios descrevem como estabelecer, implementar e manter o sistema de HACCP (FAO/WHO, 1999) e são os descritos na tabela seguinte.

Tabela 2: Os sete princípios do HACCP (Arvanitoyannis e Kassaveti, 2009).

Princípio 1.	Conduzir a análise de perigos
Princípio 2.	Determinar os pontos críticos de controlo (PCC's)
Princípio 3.	Estabelecer limites críticos
Princípio 4.	Estabelecer um sistema para monitorizar os PCC's
Princípio 5.	Estabelecer as acções correctivas a serem tomadas quando a monitorização indica que um PCC particular não está sob controlo
Princípio 6.	Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar se o sistema de HACCP está a trabalhar eficientemente
Princípio 7.	Estabelecer documentação relativa a todos os procedimentos e registos apropriados para estes princípios e a sua aplicação

HACCP é um sistema de gestão da segurança alimentar aprovado que é baseado na prevenção. Tem várias etapas de concepção (figura 31), sendo sempre um processo multidisciplinar.

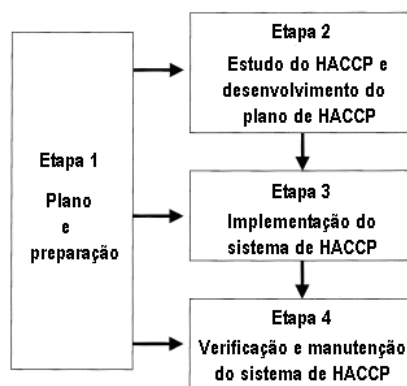


Figura 31: As quatro etapas chave da concepção do HACCP (Mortimore e Wallace, 2001).

No entanto, antes da implementação do sistema de HACCP, os princípios gerais de higiene e as boas práticas devem estar operacionais de forma a constituir uma base sólida para a sua aplicação eficaz. Estas medidas, estabelecidas pelo denominado programa de pré-requisitos, devem controlar os perigos associados com a envolvente do estabelecimento de produção (Notermans *et al.*, 2002), nomeadamente:

- ✦ Instalações e equipamentos;
- ✦ Higiene e saúde do pessoal;
- ✦ Manipulação segura;
- ✦ Controlo de resíduos;
- ✦ Limpeza e desinfecção;
- ✦ Qualidade da água;
- ✦ Manutenção da cadeia de frio;
- ✦ Controlo de pragas;
- ✦ Controlo de fornecedores;
- ✦ Controlo a recepção;
- ✦ Formação.

Desta forma, o sistema HACCP centra-se nos perigos associados directamente com as etapas de produção de alimentos que se revelem críticas para a segurança. Para etapas do processo que não foram reconhecidas como pontos de controlo críticos, a aplicação dos pré-requisitos garante que todos os outros aspectos relacionados com a segurança alimentar são controlados (Notermans *et al.*, 2002).

Os guias da CAC (*Codex Alimentarius Commission*) fornecem orientações para a aplicação do sistema HACCP, através de uma sequência de actividades para a aplicação dos sete princípios (Notermans *et al.*, 2002; CAC, 2003), sendo para isso necessário reunir uma equipa HACCP. A equipa deve ser multidisciplinar, incluindo todos aqueles que possuem conhecimentos apropriados e a experiência específica do produto e dos processos utilizados (CAC, 2003).

A selecção da equipa é essencial para o sucesso do processo de implementação do sistema HACCP. Ela será a responsável pela elaboração, implementação e manutenção do sistema HACCP na empresa. É fundamental obter a melhor mistura de experiências nas áreas técnicas de produção para garantir a eficácia do sistema. As pessoas normalmente envolvidas na equipa são o

responsável, uma pessoa com treino global e boa visão de conjunto, os especialistas (conhecimentos técnicos: microbiologia, engenheiro, técnico alimentar, HACCP; conhecimentos práticos: produção, controlo da qualidade) e um administrativo/secretária para tomar nota das conclusões/decisões tomadas pelo grupo (FQA, 2002).

A equipa deve ser competente para avaliar os perigos e levar a cabo, o fabrico, a manutenção, a higienização e todas as actividades fundamentais para a implementação do plano e do sistema. A equipa HACCP deverá reunir informação relativa ao produto final, incluindo informações de segurança relevantes como a composição, características físicas ou químicas, processamento, conservação e acondicionamento, condições de armazenamento, método de distribuição e tempo de vida do produto (CAC, 2003).

Os programas de HACCP tem provado ser efectivos em termos de segurança alimentar e são amplamente implementados nas fábricas de gelados (Kilara e Chandan, 2008). A etapa de pasteurização é considerada o ponto de controlo biológico na produção de gelados. Garantindo que a mistura foi correctamente pasteurizada e que não ocorrem contaminações posteriores, o gelado deve ser seguro para o consumo humano. Os agentes patogénicos são constantemente testados, na presença de vários ingredientes da mistura, para a garantir a sua destruição pela pasteurização. Pode ocorrer contaminação após a pasteurização, como por exemplo, contaminação de mistura pasteurizada com mistura não pasteurizada, utensílios e equipamentos em más condições de sanitização, contaminação ambiental ou contaminação pelos manipuladores do processo. A limpeza efectiva é necessária numa base regular para prevenir contaminações, sendo que garante uma baixa contagem em placa.

3.2 Qualidade Alimentar

A qualidade alimentar tem adquirido importância nos últimos anos devido à evolução da tecnologia e ao aumento das diferenças nos produtos (a par das possibilidades de escolha). Isto surge do aumento do interesse por parte do consumidor nas qualidades e atributos intrínsecos e extrínsecos dos produtos alimentares. A qualidade intrínseca inclui o sabor, valor nutricional, propriedades alimentares entre outros, enquanto a qualidade extrínseca inclui elementos do ambiente de produção, como preocupações com o ambiente, comércio justo, *etc* (Hobbs, 2002). A qualidade é um atributo físico, químico, visual e nutricional dos alimentos, que visa ir de encontro aos interesses do consumidor.

O controlo de qualidade aplicado ao gelado utiliza técnicas de medição que podem ser agrupadas nos seguintes pontos (Clarke, 2004¹):

1. Visualização e caracterização da microestrutura (por exemplo por microscopia óptica ver a distribuição e o tamanho dos cristais de gelo e bolhas de ar);
2. Medições da resposta do gelado à deformação, como propriedades mecânicas e reologia;
3. Propriedades térmicas, como capacidade calorífica e condutividade térmica;
4. Avaliação sensorial.

Os defeitos dos gelados são geralmente associados a uma causa identificada que devia ser

incluída como ponto de controlo do sistema, para se assegurar a qualidade do produto final. Este controlo é de extrema importância, pois existem vários critérios que podem influenciar a qualidade do gelado e a sua aceitabilidade no mercado, como (Jiménez.Flores *et al.*, 1993):

- ✖ Não está de acordo com a composição legal;
- ✖ Problemas de segurança alimentar;
- ✖ Peso abaixo do mínimo legal;
- ✖ Problemas de sabor;
- ✖ Defeitos de corpo e textura;
- ✖ Defeitos de aparência (tanto no produto como na embalagem);
- ✖ Rotulagem inadequada;
- ✖ Embalagem danificada ou aberta.

Os principais factores que afectam a qualidade do gelado podem ser divididos em duas categorias: factores de composição e factores de processamento.

Os defeitos associados com os factores de composição são relacionados com o aroma, corpo e textura, derretimento, cor e aparência. Ingredientes lácteos podem contribuir para um sabor oxidado ou a ranço associados aos teores de gordura, sabores insípidos ou velhos associados aos ingredientes lácteos em pó, sabores salgados associados ao uso elevado de soro, ou uma textura arenosa associada com a cristalização excessiva da lactose. Os açúcares podem causar problemas por serem usados por excesso ou por defeito. Os estabilizantes podem produzir defeitos quando utilizados em excesso (Goff, 2006).

Os defeitos associados com factores de processamento são normalmente relacionados com a cristalização. Durante a produção, dá-se ênfase à produção de cristais de gelo com o tamanho e distribuição óptimas, que são o mais pequenos e mais numerosos possível para criar a textura considerada ideal. No entanto, os cristais de gelo são relativamente instáveis e sofrem mudanças morfológicas em número, tamanho e forma durante o armazenamento. Este fenómeno é conhecido como recristalização e leva a uma textura grosseira (figura 32-A), e acontece maioritariamente devido a choques térmicos. A recristalização é provavelmente a mudança mais importante, pois produz perdas de qualidade e limitações à validade do produto, que consequentemente causa insatisfação no consumidor (Goff, 2006).

Em termos de qualidade, a opinião do consumidor é essencial e um marco de referência, sendo por isso a qualidade sensorial o foco principal. Um aspecto importante da qualidade sensorial é a componente hedónica, ou seja, o grau de satisfação com um determinado produto. Uma avaliação hedónica não necessita de treino especializado pois todos os indivíduos conseguem distinguir entre um produto que gostam e que não gostam. Este é um julgamento levado a cabo pelo consumidor que deve servir de guia durante os vários passos do desenvolvimento de um novo produto (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

Quando um determinado produto alcança um elevado nível de aceitação por parte do consumidor que justifique a sua produção, torna-se da responsabilidade do departamento da qualidade a manutenção das suas qualidades sensoriais para que estas não se alterem. Este tipo de controlo sensorial é feito por um painel treinado, que consegue identificar qualquer nota sensorial

desviante do produto original, independentemente das suas preferências pessoais. Estes painéis treinados, conseguem não só identificar o defeito mas muitas vezes prever a sua causa e dar as ferramentas necessárias para que possam ser tomadas as medidas correctivas (Jiménez-Flores *et al.*, 1993).

O gelado, por conter uma grande variedade de ingredientes, é susceptível a defeitos de sabor e textura. É importante uma avaliação dos defeitos, numa sequência específica. Primeiro a embalagem é examinada. O tipo de embalagem, a sua condição e defeitos são observados. A cor do gelado é então notada. A intensidade e tonalidade devem ser naturais e típicas do sabor. Uma amostra de gelado é depois retirada com uma colher. A maneira como o produto se remove e a sensação que se tem quando a colher se move pelo produto deve ser notada. O peso e a maciez são notados. Esse pedaço de produto é colocado num prato. Muito pouco aroma é libertado de um produto congelado, logo cheirar o produto contribui pouco. Uma amostra pequena é colocada na boca, com uma colher de metal ou plástico porque tem um sabor neutro. Uma amostra grande iria remover muito calor da boca e atrasar a recuperação da sensação após a dormência induzida pelo frio. A examinação da textura e aroma é feita em simultâneo e acontece rapidamente. Um pedaço de gelado é pressionado contra o céu-da-boca derretendo a amostra rápido para o provador julgar a suavidade, temperatura, aspereza e a presença ou ausência de textura arenosa. O provador trinca um bocado da amostra para notar a presença e tamanho dos cristais de gelo. À medida que a boca aquece, o sabor vai começar a intensificar-se, primeiro os gostos fundamentais de doce, salgado e amargo seguidos dos aromas específicos. A amostra é então expelida e observa-se a rapidez com que a boca fica limpa e livre do gosto do gelado. A vontade de engolir o produto deve ser resistida pois a percepção perde-se assim que se começa a consumir o produto. A propriedade de derretimento deve então ser observada numa placa de *Petri*, sendo observado se o tamanho e forma original se mantêm, e se o produto liquefeito parece cremoso, aguado ou coalhado (Ogden, 1993).

É neste contexto que surge a definição de *Consumer Relevant Quality Standards* (CRQS), que são *standards* que definem as propriedades relevantes por parte do consumidor de um determinado produto alimentar, baseados na opinião dos consumidores (reclamações, sugestões, estudos de mercado, entre outros) (Zwienten, 2011). Os CRQS combinam princípios do processo e de gestão para efectivar a produção de alimentos com alta qualidade. Ao implementarem na indústria estes *standards* cria-se um método de controlo dos padrões de qualidade para assegurar a coerência do produto e para a manutenção da sua qualidade.

Conforme apontado anteriormente, o controlo de qualidade não passa apenas pelo controlo sensorial mas também por análises microscópicas, mecânicas e reológicas.

A microscopia óptica e electrónica é utilizada para visualizar a microestrutura do gelado, principalmente os cristais de gelo e as bolhas de ar. A microscopia óptica (figura 32) tem a vantagem de ser simples, de baixo custo e conveniente, mas tem resolução limitada e a preparação de amostras altera e destrói algumas partes da microestrutura. A microscopia electrónica (figura 33) utiliza a amostra no estado congelado e providencia uma larga amplitude de resoluções mas é mais complexa e dispendiosa.

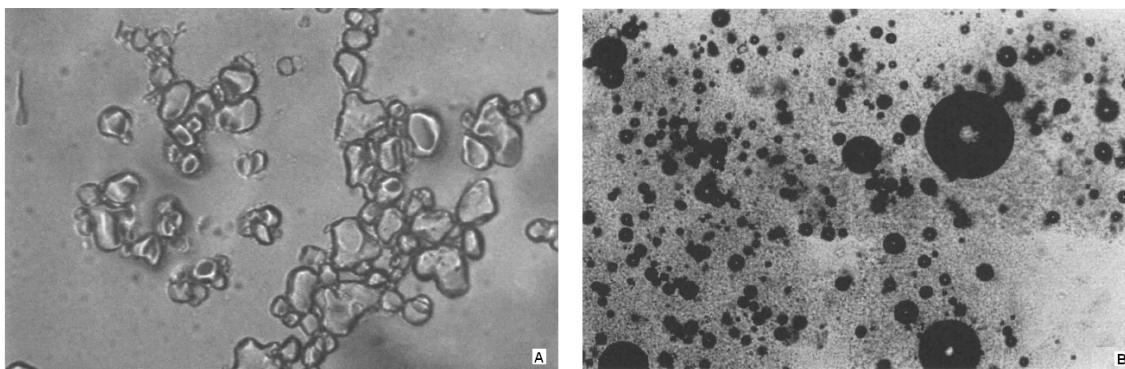


Figura 32: Imagem de microscopia óptica dos cristais de gelo (A) e das bolhas de ar (B) no gelado (Clarke, 2004¹).

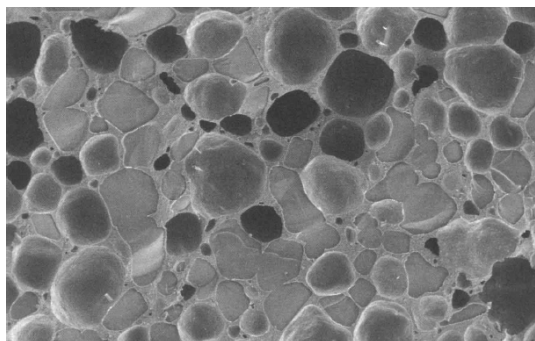


Figura 33: Imagem de microscopia electrónica de varrimento que mostra os cristais de gelo, as bolhas de ar e a matriz no gelado (Clarke, 2004¹).

As propriedades mecânicas e reológicas são medidas de como os materiais respondem quando são deformados. Os sólidos são caracterizados por propriedades mecânicas tais como força e dureza, enquanto os líquidos são caracterizados por propriedades reológicas como viscosidade e resistência. O gelado tem características de sólido e de líquido, logo é necessário aplicar análises nos dois campos. Para as análises das propriedades físicas podem efectuar-se testes de compressão, de dureza e o teste de dobrar em três pontos. No caso das análises reológicas é necessário utilizar aparelhos específicos, designados reómetros (Clarke, 2004¹).

As propriedades térmicas do gelado são de extrema importância pois os parâmetros do processo de produção dependem dessas propriedades. São importantes também no armazenamento, distribuição e na altura do consumo, especialmente no que diz respeito ao seu derretimento. Além disso, também afectam a percepção de frescura quando o gelado é ingerido, tendo importância na qualidade sensorial do produto. As principais técnicas para medir as propriedades térmicas do gelado são calorimetria, condutividade, análise térmica mecânica e derretimento (Clarke, 2004¹).

III – Aplicação e Resultados

1. Desenvolvimento do Novo Produto

A indústria alimentar não lidera as modas, ela responde aos eventos mundiais e às necessidades do consumidor com o desenvolvimento de tecnologias e alimentos inovadores, para encontrar a resolução dos seus problemas e lhes dar exactamente o que procuram (Toops, 2007).

É a pensar nisto que se criam estratégias (tabela 3) para o desenvolvimento de novos produtos alimentares, que além de inovadores, suplantem as necessidades do consumidor, tanto a nível de paladar como a nível nutricional e de saúde.

Tabela 3: Passos para o desenvolvimento de novos produtos (Wesselingh *et al.*, 2007).

Início		Concepção		Desenvolvimento		Exploração	
1	Olhar em volta	5	Descobrir as necessidades	10	Formular o produto	15	Organizar o mercado
2	<i>Team-up</i>	6	Especificar o produto	11	Fluxograma do processo	16	Previsão dos fluxos financeiros
3	Encontrar um método	7	Criar conceitos	12	Estimar o custo	17	Aprender a vender
4	Analisar a situação	8	Seleccionar o conceito	13	Equipar o processo	18	Planear produtos futuros
		9	Proteger o conceito	14	<i>Scale-up</i>		

A concepção de novos produtos alimentares tem sido tradicionalmente conduzida por três diferentes abordagens para lançar novas ideias de produtos: o levantamento de concorrentes, a identificação das necessidades por meio de pesquisa de mercado e o desenvolvimento de novas tecnologias (Arboleya *et al.*, 2010). Existem factores que têm um enorme impacto no sucesso ou fracasso de um novo produto alimentar, como uma má segmentação, a embalagem não ser correcta, o nome e publicidade não serem apropriados ao produto, mau posicionamento do produto no local de compra e o produto ter sido inconsistente com os esforços da empresa e/ou com os objectivos financeiros da mesma. Por estes motivos, a equação para o sucesso (figura 34) de um novo produto deve ter em contas todas as variáveis possíveis (Strauss, 2009).

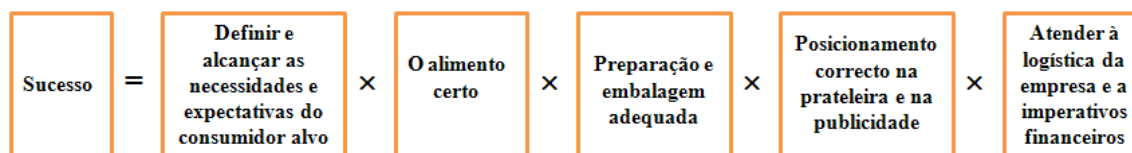


Figura 34: Esquema adaptado da equação para o sucesso no desenvolvimento de novos produtos alimentares (Strauss, 2009).

Tendo em conta o desenvolvimento de novos produtos, a etapa que é efectuada efectivamente em fábrica, no âmbito do meu estudo, é o *scale up*. Todas as outras etapas de desenvolvimento são efectuadas nos centros de excelência da Unilever na Europa, que idealiza, constrói e desenha o novo

produto.

O desenvolvimento começa sempre pelo departamento de *marketing*, que estuda os mercados e daí surgem ideias viáveis. Essas ideias percorrem depois uma rede de informação até chegar à fábrica onde vão ser implementadas e o produto vai ser finalmente produzido. O desenvolvimento é levado a cabo primeiro por uma equipa de criadores da marca (*brand builders & brand developers*), que constroem e desenvolvem o conceito em redor do novo produto. A informação é depois transmitida a uma equipa de investigação e desenvolvimento (*research & development*) que cria o produto tal como ele é, a sua formulação, as etapas do processo, a embalagem, a cor, o aroma, a textura exacta desenvolvida pela equipa anterior. Só depois do produto totalmente desenvolvido, estudado e ensaiado a pequena escala, é que se fornece toda a informação para à equipa de implementação (*Sourcing Unit Implementation Team* - SUIT), que é a equipa que existe em fábrica. Essa equipa vai ensaiar o produto em linha, ver a sua viabilidade em larga escala, perceber se são necessárias alterações a nível de equipamentos e embalagens.

A SUIT, em Santa Iria, é constituída por três áreas base, os equipamentos, os ingredientes e as embalagens. Esta equipa analisa a capacidade da fábrica produzir o novo produto, em termos de equipamentos, de espaço, tipos de ingredientes, fornecedores e embalagens. Depois da análise de todos os materiais e equipamentos necessários à produção, pode ou não ocorrer um reajuste da linha e do processo de produção, de modo a melhorar ou a tornar capaz e viável a nova produção. Apesar da SUIT não poder alterar as especificações do produto, como formulação ou embalagem, pode ajustar os procedimentos às necessidades reais em linha, para que a produção seja eficaz. Para que isso aconteça, antes de se iniciar uma produção, é necessário efectuar um ensaio prévio para que a equipa SUIT possa ajustar todos os parâmetros necessários e definir se a produção do novo produto é viável ou não nas instalações em questão.

Quando é previsto o arranque de um novo produto, a SUIT avalia a necessidade de marcar uma reunião de preparação, em função da complexidade e alterações previstas aos processos de fabrico, para a semana anterior ao arranque planeado. Para esta reunião serão convocados todos os representantes dos departamentos implicados (produção, serviços técnicos, desenvolvimento, qualidade). O arranque é então monitorizado, sendo os dados registados por cada representante de departamento, para posterior revisão e avaliação. Dependendo desses registos, efectuem-se as reestruturações necessárias e a validação do procedimento.

O gelado em estudo nesta dissertação é um gelado de copo apenas para o mercado Italiano, em duas vertentes de sabor, a cereja e a avelã. Por questões de confidencialidade, chamaremos ao produto de cereja Produto X e ao produto de avelã Produto Y.

2. Produto

O produto X e Y (figura 35), são duas vertentes de uma mesma marca de gelados de copo. O produto X é um gelado de baunilha com xarope de sabor a cereja e *topping* de cerejas e o produto Y é um gelado de avelã com xarope de sabor a *gianduja* com *topping* de avelãs torradas.



Figura 35: Aparência do produto X e Y.

A sua composição é a descrita na tabela 4 mas por questões de confidencialidade, não se divulgam as quantidades utilizadas na formulação de qualquer um dos produtos.

Tabela 4: Ingredientes utilizados na formulação do produto X e do produto Y.

Produto X		Produto Y	
Mistura Baunilha	<p>Água Óleo de coco Sacarose Leite em pó magro Proteína de soro concentrada Monodiglicéridos Aroma de baunilha Alginato de sódio Fibra de trigo, maltodextrose Xarope de glucose Glucose seca Dextrose líquida</p>	Mistura Avelã	<p>Água Óleo de coco Xarope de glucose Sacarose Leite em pó magro LBG Monodiglicéridos Cacau em pó Goma guar Carragenano Dextrose monohidratada Fibra de trigo, maltodextrose Aroma avelã Pasta de avelã</p>
Xarope de cereja	<p>Cereja congelada Sacarose Xarope de glucose LBG Ácido málico Antocianinas Aroma cereja Fibra de trigo, maltodextrose Água</p>	Xarope de <i>gianduja</i> *	<p>Sacarose LBG Água Leite em pó magro Óleo de coco Cacau em pó Fibra de trigo, maltodextrose Aroma <i>gianduja</i> Aroma baunilha</p>
Cerejas		Avelã torrada aos pedaços	

* Aroma a chocolate e avelã

Todos os aromas e corantes utilizados na fábrica Olá são naturais.

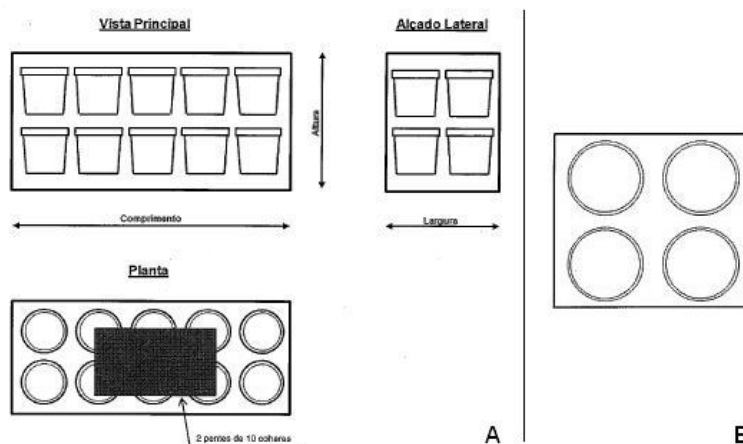
São ambos produtos de copo, vendidos na vertente *impulse* e *multipack*. Os materiais de embalagem utilizados no produto são os descritos na tabela seguinte.

Tabela 5: Materiais de embalagem utilizados no produto X e Y.

Copo de cartolina
Tampa de cartolina
Colheres de plástico em tiras
Caixa de cartão canelado (ccc)
Caixa de <i>multipack</i> 4 x
Fita adesiva
Cola
Palete de madeira
Filme estirável para palete 15:500mm
Rótulo de palete 148x210

Em *impulse*, (figura 36 – A) o produto é embalado manualmente em ccc em duas fileiras de 6 produtos e com duas alturas, ou seja, cada caixa contém 24 unidades. Dentro dessas caixas é colocado um pente com 24 colheres de plástico em tiras descartáveis. A caixa é selada com fita adesiva e enviada para a paletização. Em *multipack* (figura 36 – B), o produto é embalado em caixas de pequenas dimensões e com grafismo próprio, onde são colocadas 4 unidades de produto. Estas são seladas com cola e depois agrupadas 4 a 4 e embaladas em ccc, seladas com fita adesiva e enviadas para a paletização.

As embalagens secundárias (ccc) utilizadas na fábrica Olá são recicladas, sendo que a curto prazo existe a intenção de alterar as embalagens *multipack* igualmente para um material reciclado.


Figura 36: Esquema de embalagem para o produto X e Y em versão *impulse* (A) e *multipack* (B).

Na paletização, utilizam-se paletes de madeira e o produto é paletizado de acordo com um esquema específico (figura 37) para que não existam linhas de quebra e o produto esteja seguro e bem acondicionado. De seguida é envolvido em filme estirável, rotulado e segue para as câmaras refrigeradas até ser expedido.

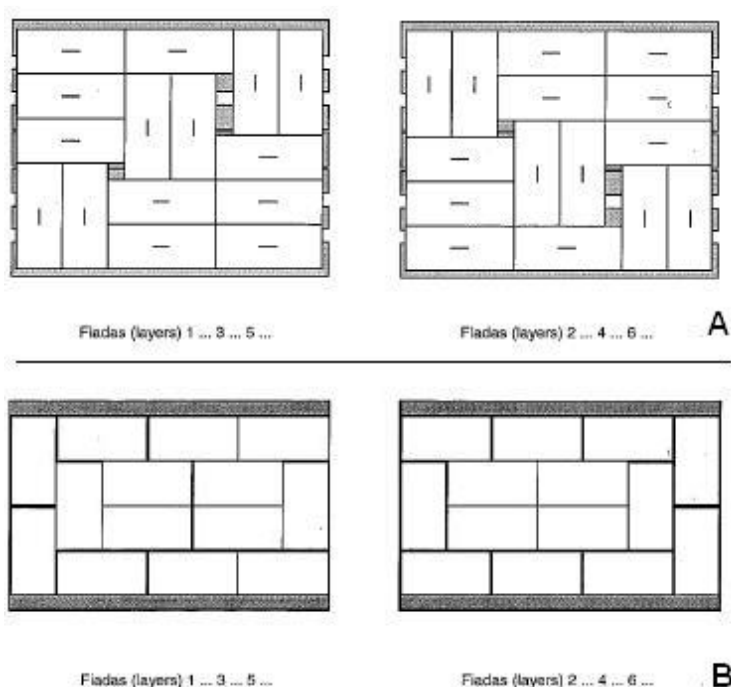


Figura 37: Esquema de paletização do produto X e Y para *impulse* (A) e *multipack* (B).

3. Produção

A produção do produto X e Y envolve uma série de etapas antes de chegar à linha de produção W. Esses processos são de extrema importância e tem parâmetros específicos de controlo para que os produtos se mantenham inalteráveis em todas as produções, sejam seguros do ponto de vista alimentar e a sua qualidade seja sempre elevada.

Neste capítulo, abordam-se todas as etapas do processo de produção do produto X e Y, tendo em conta os seus parâmetros de controlo, equipamentos e construção do produto.

3.1 Recepção de Matérias-primas e Materiais de Embalagem

A primeira etapa é a recepção de matérias-primas e materiais de embalagem e respectiva armazenagem.

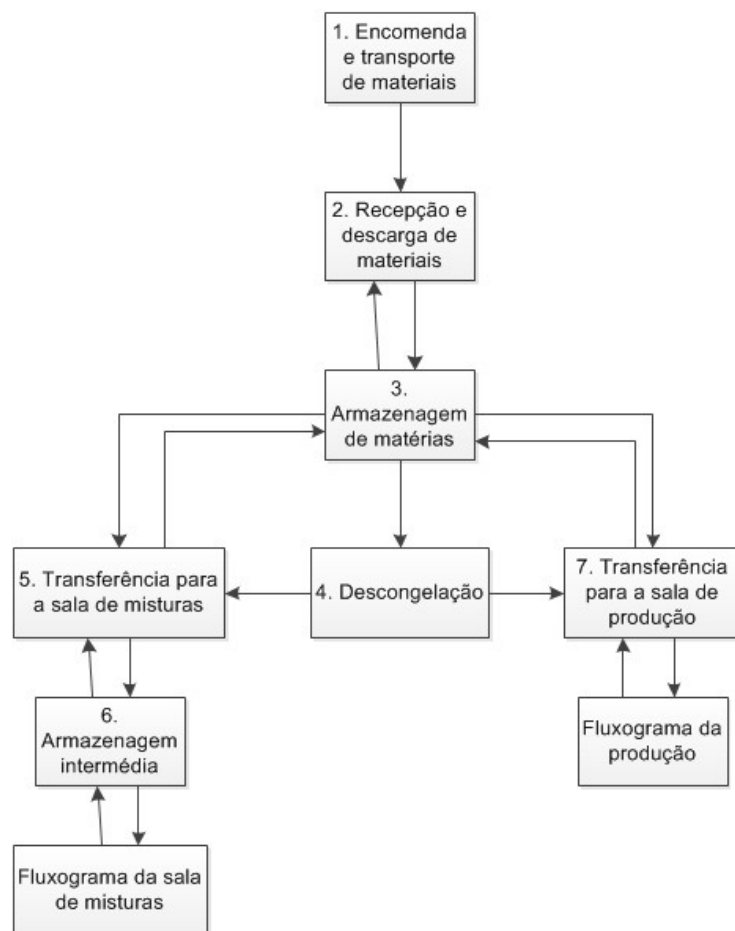


Figura 38: Fluxograma do armazém de matérias-primas e materiais de embalagem.

Tendo em conta o fluxograma (figura 38) primariamente existe uma encomenda efectuada pelo planeamento dos materiais e matérias-primas necessários. Aquando da recepção de materiais o fiel de armazém verifica a existência de documentação que acompanha o material (boletins/certificados de análise, registo de temperaturas, guia de remessa, transporte, facturas) e confirma a previsão da entrega da remessa (código e quantidade) no sistema informático ou plano de entregas. Após confirmação de que a carga se encontra conforme a nota de encomenda, é autorizada a descarga. O operador de descarga organiza a descarga e procede ao controlo visual do material a recepcionar, nomeadamente das suas características qualitativas, quantitativas por grosso e condições de transporte.

O controlo das quantidades de materiais, a nível das unidades recepcionadas, é feito de acordo com um plano específico que é anualmente estabelecido em função de critérios tais como o custo relativo dos materiais e o grau de desempenho dos fornecedores em anteriores entregas, conjugando-se a informação do armazém e da produção.

É o fiel de armazém que define as áreas de destino de armazenagem em função das temperaturas de conservação e rotatividade. A alocação dos materiais, nas prateleiras do armazém principal, é determinada pelo sistema informático de acordo com as suas características (peso, dimensões e fragilidade).

As condições de armazenagem são de extrema importância, pois definem a qualidade e segurança das matérias-primas e materiais de embalagem a serem utilizados na produção de gelados. Todos os materiais recepcionados são devidamente identificados e assim devem permanecer até à sua utilização. As temperaturas de conservação (seja temperatura ambiente, de refrigeração ou de congelação) são mantidas sob controlo. As embalagens acondicionadas devem apresentar-se sempre bem fechadas e não danificadas, sendo que não é permitida a armazenagem de materiais fora do espaço físico dos armazéns. Os materiais não podem estar em contacto com o chão ou tecto e devem ser mantidos afastados das paredes, de modo a permitir a livre circulação do ar.

São nesta fase recolhidas amostras para análise, e os boletins de controlo e documentação que vem do fornecedor são enviados para os órgãos responsáveis dentro da empresa para serem processados, analisados e arquivados.

Os materiais de embalagem e matérias-primas ficam então disponíveis para o consumo tanto directamente na produção (fundos, tampas, cerejas, pedaços de avelã) como na sala de misturas (ingredientes para fazer o mistura de baunilha, mistura de avelã, etc).

Em função da necessidade da sala de misturas ou da produção, o operador de transporte de materiais (produção) ou o responsável do parque de granéis (sala de misturas) transmite ao operador de armazém as necessidades de materiais (referindo prioridades) a serem transferidos. Através da consulta do sistema informático, o operador de armazém verifica quais os lotes a enviar, tendo em conta o princípio *First in First Out* (FIFO), ou seja, os lotes mais antigos são os primeiros a gastar. Os materiais a enviar para a sala de produção são previamente transferidos de paletes de madeira para paletes de alumínio ou plástico, sendo-lhes retirado o respectivo filme estirável. Já para a sala de misturas, os materiais são transportados em paletes de madeira envolvidos com filme estirável. Sempre que na recepção ou durante a manipulação, se verifique que os materiais não se encontram nas devidas condições higiénicas e/ou as embalagens acondicionadas sofreram danos que podem prejudicar o produto, devem ser devolvidos ao armazém e deve ser informado o departamento de qualidade.

A devolução de materiais, da produção ou sala de misturas para o armazém, pode ser feita caso não se gastem todos os materiais e seja necessário voltar a armazená-los. Neste caso, deve ter-se extremo cuidado no manuseamento, tendo atenção a todas as medidas de segurança, para não causar danos no material ou permitir contaminações. Os materiais devolvidos devem estar devidamente identificados e acondicionados.

3.2 Parque de Granéis

O parque de graneis (figura 39), que aloja os óleos e xarope de glucose tem um princípio semelhante ao armazém. A recepção destes ingredientes é feita pelo responsável do parque de granéis que verifica a existência de documentação que deverá acompanhar os granéis e confirma a previsão da remessa. Verifica também as condições de transporte de modo a garantir que tudo está conforme e aceita a descarga.

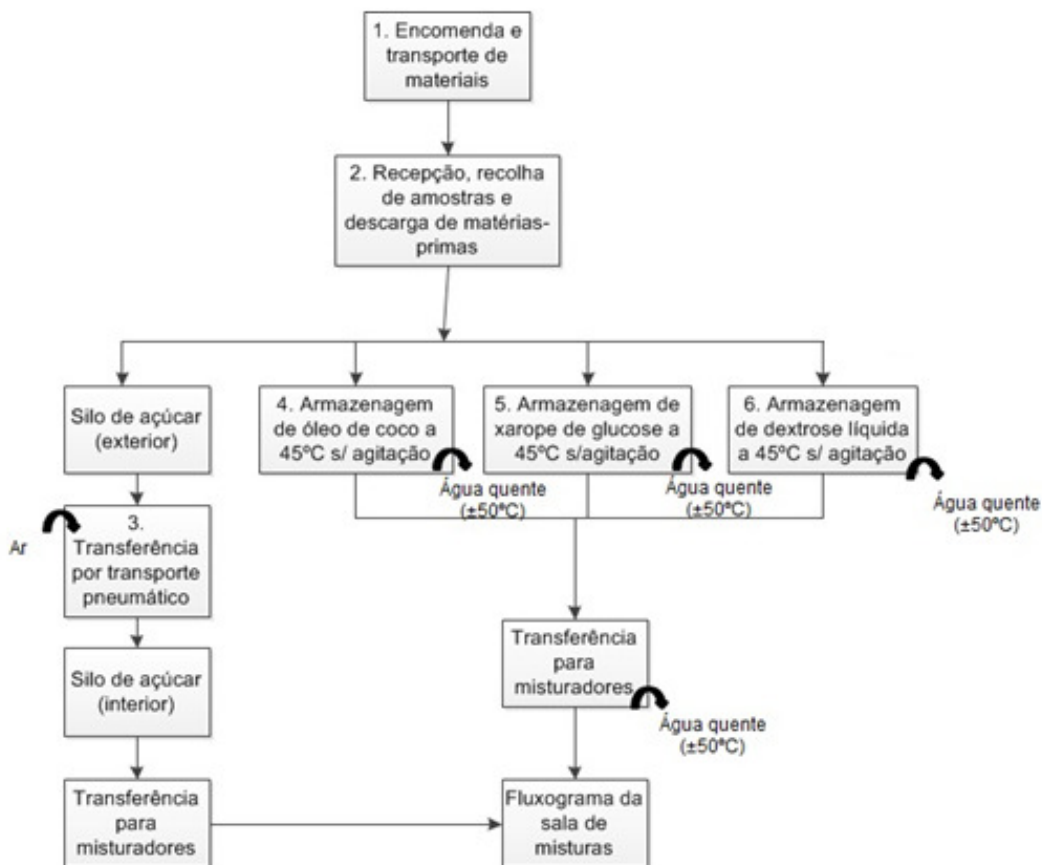


Figura 39: Fluxograma do parque de granéis.

A descarga de glucose (xarope de glucose e/ou dextrose líquida) é da responsabilidade do responsável do parque de granéis (figura 40). Todo este processo está informatizado. Logo é necessário seleccionar qual o depósito que irá receber a glucose no sistema informático. Quando todas as condições tiverem reunidas, deve dar-se o comando no sistema informático para que forneça energia à tomada da extensão e dar ordem de descarga ao motorista do fornecedor para accionar a bomba da auto-cisterna. É necessário tomar atenção a todos os pormenores nesta operação e verificar se toda a glucose cabe no respectivo depósito. No final da descarga, procede-se de forma adequada desligando-se o fornecimento de energia e verificando-se a temperatura do depósito (45°C).



Figura 40: Cais de descarga de xaropes, óleos e coberturas.

A descarga do açúcar a granel é efectuada pelo motorista do carro, mas é da responsabilidade

do responsável do parque de granéis, que deve abrir a válvula de descarga e fechar a válvula de entrada no secador de ar do silo (figura 41). Durante a operação e após o seu término, deverá verificar as condições do silo. O *stock* de açúcar é actualizado no sistema informático.



Figura 41: Silo de açúcar exterior.

No caso das descargas de óleo, o processo é semelhante à descarga de xarope de glucose. O responsável do parque de granéis deve verificar se todos os equipamentos estão em condições operacionais para a descarga. É de extrema importância o controlo deste processo, verificando se todo o óleo pode ser descarregado para um só depósito ou se é necessário efectuar uma mudança a meio do processo. Por fim, verifica-se o nível de óleo no depósito e a temperatura (45°C).

O controlo de qualidade à recepção é de extrema importância nesta etapa, devendo efectuar-se uma inspecção obrigatória para controlar as características gerais (método visual), as sensoriais (análise sensorial), físico-químicas (análises físico-químicas) e microbiológicas (análises microbiológicas). A análise sensorial e físico-química é da responsabilidade do responsável pelo parque de granéis, sendo que a análise microbiológica é da responsabilidade do laboratório. A amostragem efectuada para o controlo de recepção deve obter amostras representativas do todo, utilizando utensílios esterilizados e com todos os cuidados de assepsia. A inspecção realizada directamente pelo responsável do parque de granéis é importante para a aceitação ou rejeição da carga, tendo em conta os parâmetros específicos de cada matéria-prima.

3.3 Sala de Misturas

A sala de misturas é onde se inicia a produção, ou seja, é onde se juntam os ingredientes de modo a dar as várias misturas que são depois moldadas no produto final.

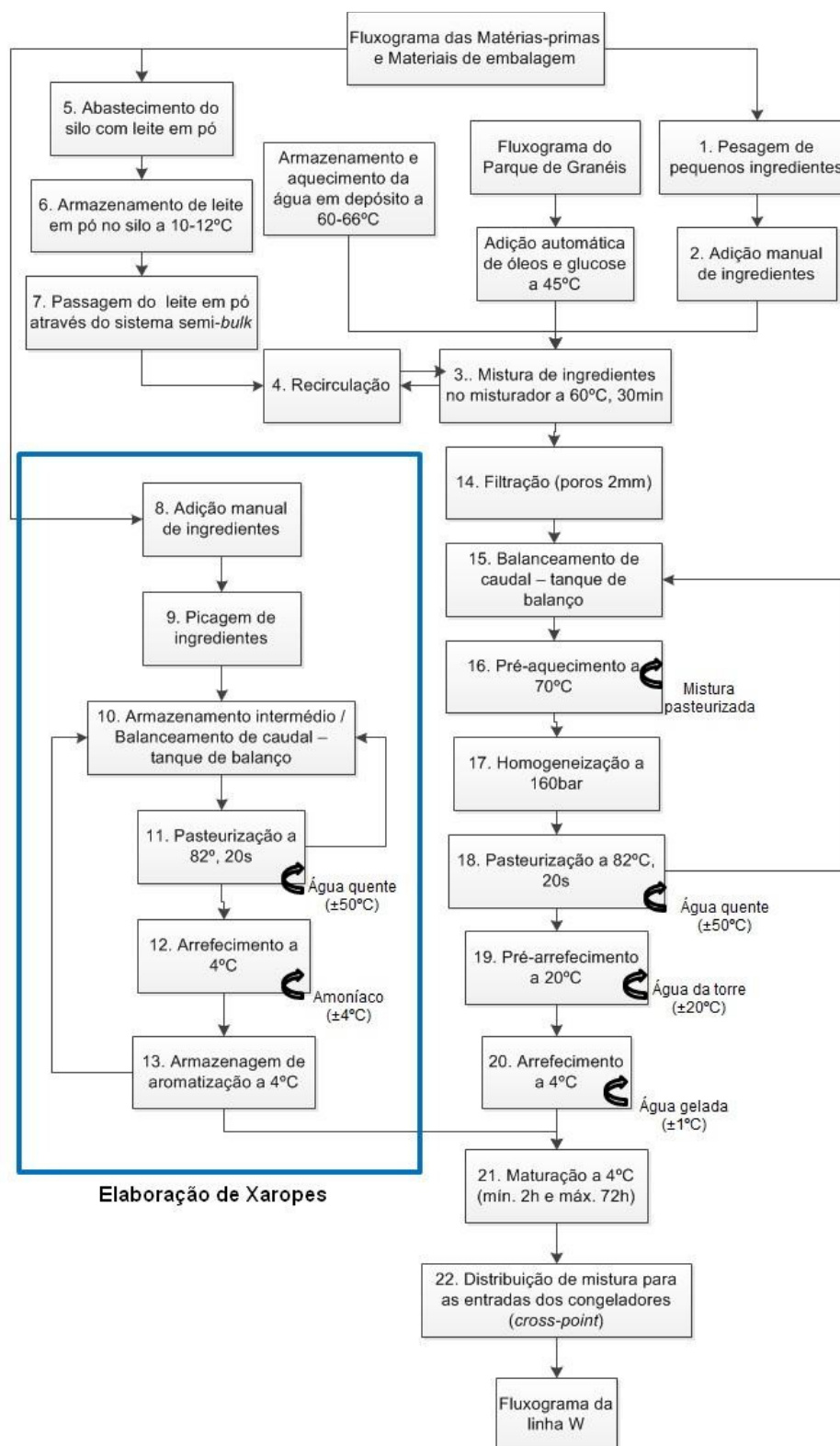


Figura 42: Fluxograma da sala de misturas.

A primeira fase do processo é a mistura. O responsável da sala de misturas deverá assegurar-se, antes de iniciar uma mistura, que todos os ingredientes necessários estão disponíveis, suportando-se a respectiva fórmula (tabela 4). As quantidades de todas as matérias-primas deverão

ser controladas de acordo com o procedimento seguinte, com base no sistema informático:

1. As matérias-primas de doseamento automático (ingredientes maioritários), são aquelas cuja entrada para os misturadores é feita através de tubagens próprias, com válvulas de comando pneumático accionadas, como é o caso do leite em pó, óleos, água e glucose. O peso e as quantidades doseadas são controlados com base em células de carga na qual estão apoiados os misturadores, sendo as válvulas de doseamento automaticamente fechadas quando a quantidade atinge o valor desejado;
2. Todas as matérias-primas de doseamento não automático (ingredientes minoritários) e, cuja quantidade a dosear numa mistura não atinja o valor da unidade de fornecimento, são pesadas na quantidade a dosear numa balança própria e adicionadas ao misturador manualmente. Os pequenos ingredientes são misturados com açúcar para serem adicionados ao misturador de modo a melhorar a homogeneização dos mesmos.

A incorporação dos ingredientes da mistura de baunilha ou avelã dá-se num misturador a 60°C durante 30min (figura 43). A mistura é feita a temperaturas altas de modo a garantir a incorporação de todos os ingredientes e a correcta distribuição dos mesmos na mistura. Os misturadores são munidos de uma hélice cortante e uma pá, para promover a mistura homogénea de todos os ingredientes, que trabalham de 300 a 900rpm.



Figura 43: Misturadores.

Segue depois para a etapa de homogeneização, mas antes passa por um filtro de poros (2mm). A filtração não é apenas uma questão de segurança alimentar mas também de eficiência de equipamento, pois impede a passagem de corpos estranhos para a etapa seguinte e o entupimento do homogeneizador. Caso algum corpo ou partícula de maiores dimensões chegue ao homogeneizador, pode entupir os orifícios mais pequenos causando atrasos no processo e paragens imprevistas. A mistura é pré-aquecida a 70°C e depois submetida a uma homogeneização a 160bar. O objectivo é alcançar uma homogeneização efectiva à pressão mais baixa possível, por razões económicas, ou a uma pressão que garanta os resultados desejados nas características do produto final.

A etapa seguinte é a pasteurização, que ocorre num pasteurizador de placas durante 20s a 82°C. É uma etapa eliminação de microrganismos, logo é necessário um controlo rigoroso de todos os parâmetros para garantir a segurança alimentar do produto, tal como descrito anteriormente. O pré-arrefecimento e arrefecimento (em permutador de calor) devem ser feitos rapidamente de modo a

alcançar uma temperatura de 4°C.

Nas etapas de pasteurização deve assegurar-se que é feito o registo contínuo das temperaturas de pasteurização e de arrefecimento de todos os pasteurizadores, permitindo assim a análise dos respectivos registos com as condições de pasteurização estabelecidas. O funcionamento da válvula de diversão de fluxo assegura o cumprimento destas condições. Quando a mistura na pasteurização não atinge 82°C, a válvula é accionada e a mistura é enviada de volta para o tanque de balanço para ser submetida a nova pasteurização. Quando se acciona a diversão de fluxo, ocorre uma paragem na contabilização do tempo de pasteurização, que inicia apenas aquando do novo ciclo de pasteurização. O controlo é feito por um sistema informático e no final de cada turno de produção, é emitida uma folha automaticamente pelo sistema, para que se possa formar um arquivo para efeitos de controlo de processo.

Em paralelo dá-se a elaboração dos xaropes (figura 42 – 8 a 13). O processo é semelhante para ambos os xaropes, sendo que para a cereja existe uma ligeira diferença no processamento. As cerejas, recepcionadas em sacos, são colocadas manualmente numa picadora industrial. Dá-se o processo de picagem da cereja e esta é armazenada (a 4°C) até ser utilizada na produção de xarope. Aquando do início do fabrico do xarope, os ingredientes são adicionados ao misturador, começando pela água, ingredientes minoritários (estabilizantes, aromas, açúcar), xarope de glucose e por fim a cereja picada. Esta mistura, aquecida e agitada a 70°C, é submetida a uma pasteurização a 82°C por 20s, sendo depois arrefecida e armazenada em tanque de maturação a 4°C até ser enviada para o cristalizador para consumo na produção.

A fase de maturação da mistura é feita a 4°C em tanques de maturação (figura 44), com capacidades entre 4000 e 9000L. O tempo de maturação varia, dependendo da necessidade de mistura na produção, nunca sendo inferior a 2h e superior a 72h. Os maturadores têm uma hélice para permitir uma agitação lenta da mistura, que ocorre esporadicamente para evitar que a mistura decante. A agitação não pode ser constante porque esse processo leva a um aumento de temperatura indesejado nesta etapa. Após esta fase, a mistura está em condições para ser enviada para a produção (juntamente com o xarope respectivo), iniciando-se com o processo de cristalização.



Figura 44: Tanques de maturação.

3.4 Linha W

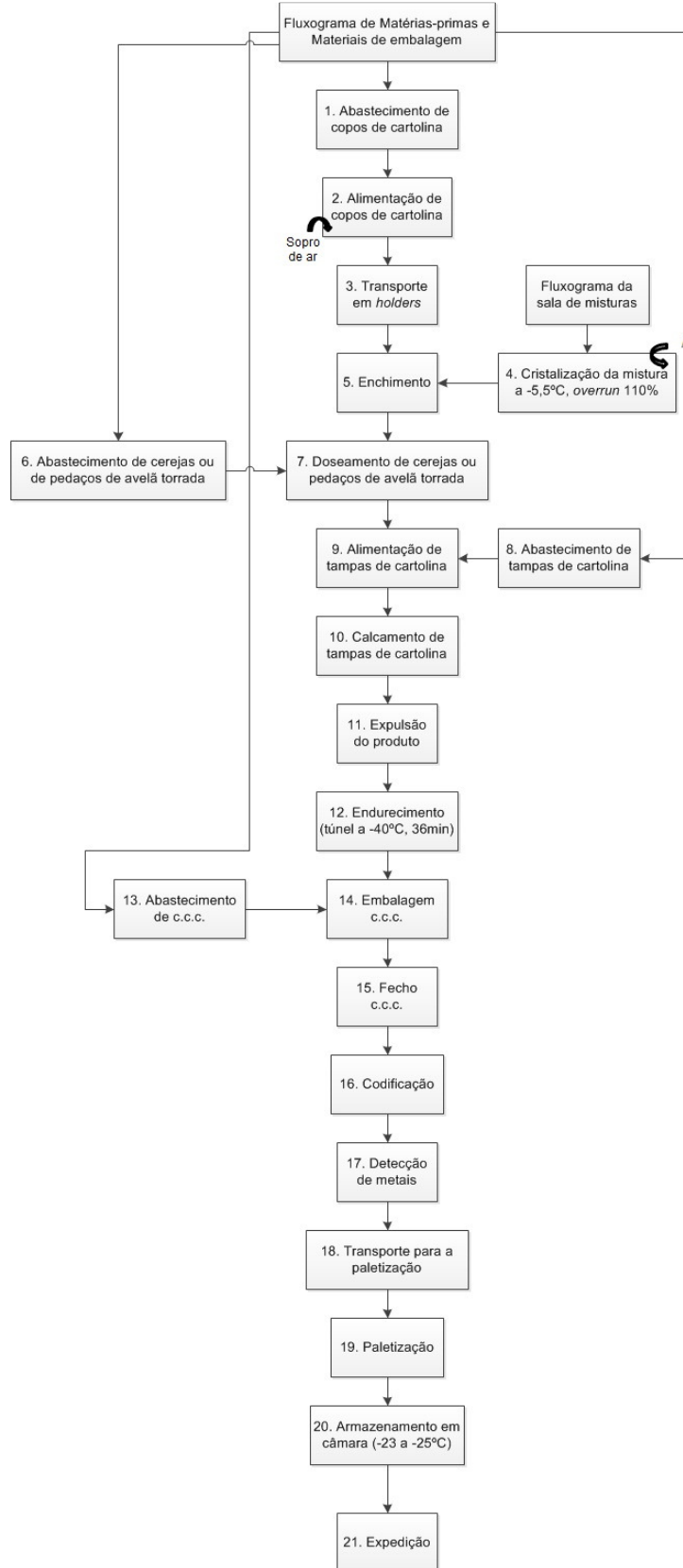


Figura 45: Fluxograma da linha W para o produto X e Y.

Na produção (figura 45), o processo começa com a preparação da linha para o arranque. É necessário abastecer o material de embalagem (fundos e tampas), bem como as matérias-primas (cerejas e pedaços de avelã). Existem vários pontos a controlar antes do início da produção. Primeiro, se todas as ligações eléctricas, de ar comprimido e vácuo estão a funcionar, em seguida verificar o funcionamento dos pneumáticos da máquina (enchimento, alimentação de fundos, alimentação de tampas, expulsor). Verificar também os tapetes de saída e entrada no túnel, as guias, as condições do túnel, dos cristalizadores e das máquinas de embalar e codificar. O estado de higiene da linha deve ser verificado e caso necessário deverá proceder-se a uma nova higienização ou desinfecção.

Antes de começar a produção, a mistura e o xarope passam do maturador para o cristalizador, onde vão ser misturados e arrefecidos até $-5,5^{\circ}\text{C}$, com um *overrun* de 110%. Estes dois parâmetros são muito importantes e devem ser controlados sempre. Nesta etapa de cristalização o operador de linha executa uma tarefa de extrema importância, pois cada cristalizador tem características únicas e formas de funcionamento diferentes. O operador aprende ao longo do tempo, pela observação do funcionamento do equipamento, sabendo o que esperar do mesmo, ou seja, quais os seus desvios habituais. De qualquer modo, a temperatura do cristalizador deve ser verificada ao longo da produção e registada no computador pelos responsáveis de linha.

O *overrun* é controlado pelos responsáveis de linha através de um método simples. O método consiste na pesagem de um recipiente com exactamente 1L de água e tarar essa medida na balança. De seguida, despejar a água e encher o mesmo recipiente até 1L com gelado saído dos cristalizadores e pesar. A percentagem de *overrun* é obtida por consulta de uma tabela de pesos para diferentes *overruns* (tabela em anexo). Em caso de desvio do valor estipulado, corrige-se.

Após todos os parâmetros estarem de acordo com o estipulado, inicia-se a produção. No início da linha são colocados os copos de cartolina por intermédio de um alimentador de copos, que funciona com um mecanismo a ar comprimido. Esse sistema simples, limita-se a expelir os copos por sopro de ar, para que estes sejam introduzidos nas bandejas (*holders*) em local apropriado. De seguida, dá-se o enchimento do gelado (figura 46).

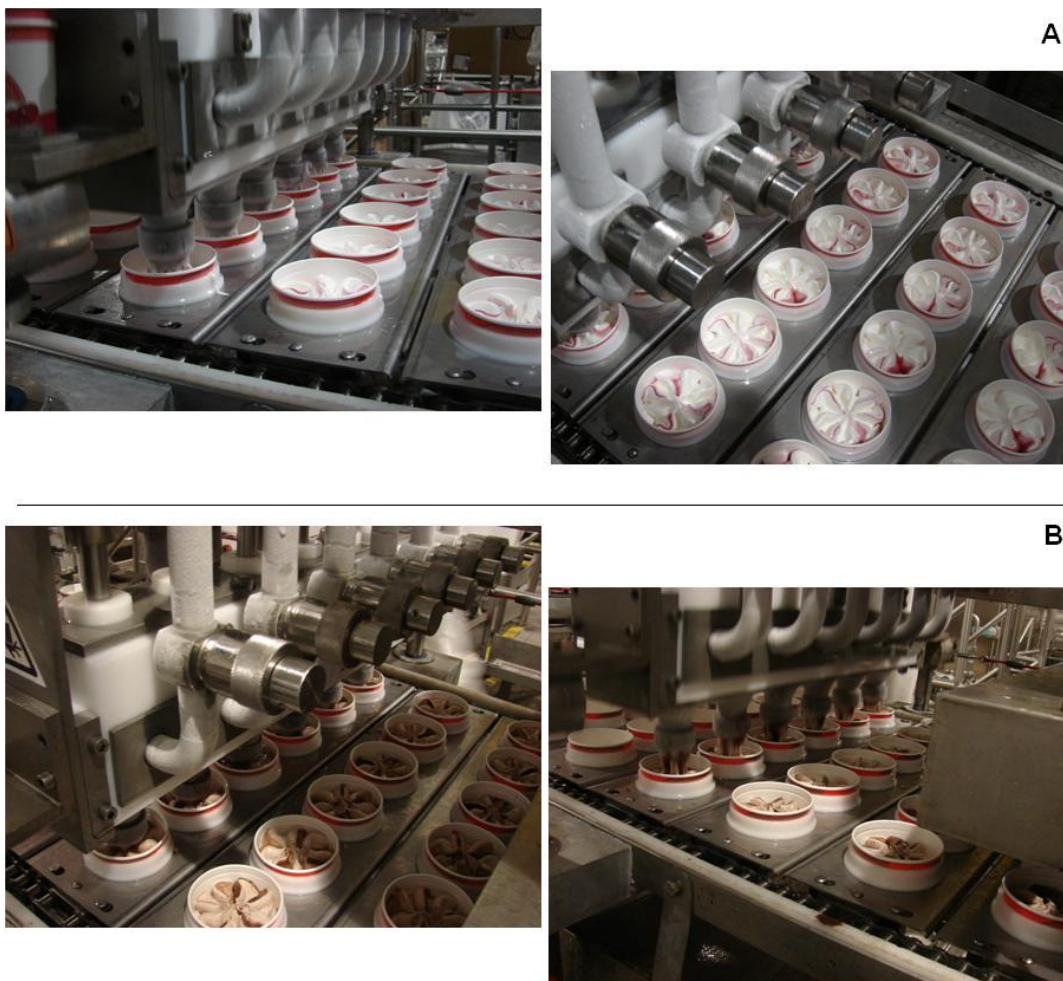


Figura 46: Pormenor do enchimento do produto X (A) e produto Y (B).

O enchimento funciona por sistema de injeção (*nozzle*) em pistão, com um bico de enchimento (figura 47) com um orifício de 20mm e 6 rasgos longitudinais de 3mm, para dar origem aos *flutes* do produto. É importante garantir a aparência e definição do topo do produto, pois é um parâmetro de qualidade para o consumidor.

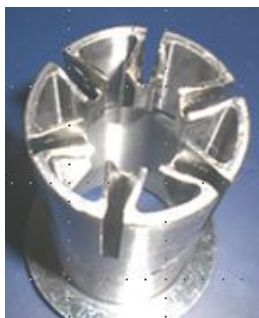


Figura 47: Bico do enchimento utilizado para a produção do produto X e Y.

O gelado segue, passando por debaixo da tremonha (figura 48) que coloca o *topping* (cerejas ou pedaços de avelã). A tremonha tem um mecanismo de rotação interno que dispensa uma quantidade específica de *topping* a cada pancada da máquina. Depois o alimentador de tampas, por

um mecanismo de vácuo coloca as tampas, que são de seguida submetidas a uma pressão para fixarem por um calcador. O gelado é depois retirado da linha por um expulsor mecânico, que segura em duas fileiras de 6 unidades de produto e as coloca no tapete de entrada para o túnel de endurecimento.



Figura 48: Pormenor da tremonha de cereja (A) e pedaços de avelã (B) no local dispensador de *topping* (1) e depois da tremonha (2).

O túnel de endurecimento encontra-se a -40°C e o tempo de residência do produto no túnel é de 36min. O túnel é em espiral, existindo uma espiral ascendente e uma descendente. O refrigerante utilizado é o amoníaco, pois demonstra várias características termodinâmicas desejadas, como elevado calor latente de vaporização, e é uma escolha económica.

À saída do túnel encontra-se um tapete para embalar. Operadores de linha encontram-se localizados em redor do tapete em cadeiras ergonómicas e vão embalando o produto em embalagens secundárias, quer sejam para *multipack* ou para *impulse*. No caso da ccc de *impulse*, esta segue para uma máquina que a sela com fita adesiva e passa por outra que imprime o código de produção de produto acabado na caixa, sendo depois encaminhada para a paletização. No caso das caixas de *multipack*, estas são embaladas 4 a 4 numa ccc, seguindo depois o mesmo processo das caixas de *impulse* até à paletização.

A codificação efectuada refere-se ao lote e à hora, seguindo uma instrução específica da empresa.

No final da linha W, após codificação e antes da paletização, existe um detector de metais para garantir a segurança física do produto. O detector é constituído por bobines polarizadas que por corrente eléctrica formam um campo magnético. Ao passar um metal no detector, a permeabilidade do campo vai ser alterada, dando origem a uma corrente induzida. Este aparelho funciona por detecção dessa corrente induzida, característica de cada metal. O detector da linha W opera em programa próprio e segundo directrizes específicas da Unilever, onde se define a sensibilidade do aparelho e um parâmetro T, que é regulado pelo sistema operativo da máquina que descodifica essa corrente induzida para dois grupos de metais, ferrosos e não-ferrosos e, dentro deste último, o aço inox.

A paletização fica a cargo dos operadores de câmara, de acordo com o esquema específico ilustrado anteriormente. Os operadores após a paleta estar feita, levam-na a uma máquina que a envolve em filme estirável e a rótula. Esse rótulo é gerado por um sistema informático que contabiliza e agrupa o produto acabado, para que se possa fazer a gestão de produto armazenado em câmara.

Ao longo da produção são recolhidas amostras de produto acabado para arquivo. Este arquivo serve para dar cumprimento ao requisito obrigatório da Unilever, segundo o qual as fábricas devem guardar amostras dos produtos que produzem durante o prazo de validade acrescido de 3 meses, mas também para garantir a rastreabilidade do produto. A gestão de amostras é feita durante um período máximo de 2 anos, sendo estas armazenadas em local apropriado nas câmaras refrigeradas. No decorrer deste período, podem ser utilizadas para realizar controlos de qualidade ou análises referentes a parâmetros de segurança alimentar. Após esse período, o produto deverá ser destruído.

A expedição do produto acabado da fábrica da Olá para o centro de distribuição principal efectua-se conforme as necessidades da fábrica. O supervisor de armazém ou o responsável das câmaras envia a previsão do número de veículos refrigerados necessários para o centro de distribuição. O carregamento de produto acabado faz-se aplicando o sistema FIFO.

Antes do carregamento dos veículos estes têm de ser arrefecidos até uma temperatura de -22°C. Deverão verificar-se as condições de higiene do veículo e a existência de termógrafo, rejeitando-se aqueles que apresentem sujidade e odores estranhos susceptíveis de causarem dano ao produto acabado ou não tenham termógrafo. O carregamento dos produtos deve efectuar-se com o sistema de frio desligado, mas apenas se o seu funcionamento já tiver sido verificado. Deve garantir-se que não existem caixas amachucadas e/ou rasgadas durante o carregamento e este deve ser feito no máximo de 30min. Depois do veículo carregado, deve colocar-se travões, quando necessário, nas paletes junto à porta de modo a que não ocorram deslizamentos. O veículo deve então parquear em local apropriado, fechando as portas e ligando o sistema de frio.

A linha W trabalha em contínuo com 6 fiadas de produto, a 35ppm (pancadas por minuto) para *impulse* e 30ppm para *multipack*.

3.5 Higienização

A higienização dos equipamentos e da produção é de extrema importância na segurança e qualidade do produto, mas também na eficiência da produção.

A higienização de vários equipamentos e áreas (como parque de graneis) é feita manualmente utilizando produtos de limpeza específicos. No caso do parque de graneis, a limpeza é feita semanalmente, utilizando um detergente em pó. Depois de se verificar se todos os depósitos se encontram bem fechado, deve proteger-se os motores eléctricos das bombas e com a mangueira de água quente molhar todo o chão, plataformas e escadas de acesso. De seguida espalhar-se detergente pelo chão e com o auxílio de uma vassoura, esfregar-se o chão e as escadas de acesso. Deixa-se actuar por 15min e depois enxagua-se com água quente, deixando purgar toda a água através da válvula para o esgoto.

O programa CIP utilizado está dividido em três fases (arrasto, detergente e enxaguamento) e aplica-se à produção e sala de maturadores, nomeadamente às linhas verticais e horizontais do *cross-point*, incluindo bombas nos maturadores, o interior dos cristalizadores e as tubagens de ligação dos congeladores às máquinas usando as bombas de CIP e circuitos. Como se trata de um programa automático, que é gerido por um sistema informático, apenas é necessário garantir que as ligações são feitas nos equipamentos para que o programa possa começar, desde o parque CIP (figura 49) no exterior da fábrica até aos equipamentos no interior da produção e sala de misturas.



Figura 49: Parque CIP.

A limpeza dos túneis de endurecimento é feita tendo em conta o seu manual próprio. Trata-se de um método de higienização manual, após descongelação do túnel, utilizando espuma e desinfectante. O túnel deve ser limpo com extremo cuidado, retirando primeiro todo o lixo acumulado, procedendo depois à fase de limpeza com detergente e depois à fase de desinfecção.

A linha W deve ser higienizada sempre que necessário, seguindo também procedimentos específicos. O programa CIP é utilizado, para a limpeza dos cristalizadores, tubagens e enchimento. A máquina será lavada manualmente, com o auxílio de escova e escovilhão, com uma solução de detergente, deixando actuar durante 10min e enxaguando com água quente. A desinfecção da máquina é feita com uma solução de água fria e hipoclorito de sódio, sendo depois toda a máquina

passada por água fria para remover o desinfetante. Quando a limpeza da máquina é feita em períodos em que não haja laboração de outras linhas adjacentes, pode ser aplicada espuma e desinfetante, através da máquina de alta pressão. O uso desta máquina não dispensa a limpeza com escova e escovilhão nas partes mais críticas ou de difícil acesso.

Na produção utilizam-se, para fazer a higienização do chão, máquinas auto-lavadoras. Estas são utilizadas diariamente e permitem uma limpeza eficaz, visto que percorre toda a superfície lavando e secando simultaneamente. Todos os espaços não abrangidos pela máquina auto-lavadora, devem ser lavados manualmente com solução de detergente e com o auxílio de rodos para secagem. Os ralos são higienizados semanalmente e os tectos de 6 em 6 meses, sendo que se procede a uma limpeza sempre que se constate necessário.

4. Análises

Durante todo o processo de produção e no produto acabado, é necessário efectuarem-se análises e controlos, para garantir a viabilidade do produto em termos de segurança e qualidade alimentar.

Todas as fórmulas matemáticas utilizadas para o tratamento de resultados estão discriminados em anexo (Oakland, 2008^{a,b}).

✖ Processo de produção

Para garantir que o processo de produção é capaz e que o produto final mantém as características desejadas, devem fazer-se análises de controlo durante o processo de produção, desde o início da formulação da mistura até após o embalamento.

Na sala de misturas as análises a efectuar à mistura são análise das características sensoriais e físico-químicas (teor de gordura e sólidos). Durante o início do processo de pasteurização da mistura, o responsável da sala de misturas deve retirar uma amostra na válvula de amostras do pasteurizador e fazer uma primeira análise sensorial para corrigir eventuais erros. No final da pasteurização, deve aproveitar a amostra que é retirada para a determinação do teor em sólidos e da gordura e fazer novamente análise sensorial. Os resultados são registados num sistema interno, para que sejam arquivados por motivos de rastreabilidade.

As análises são feitas de acordo com protocolos específicos da empresa. A determinação da gordura total e o teor de sólidos é feita num único aparelho, designado CEM. O teor de sólidos é determinado por meio de uma técnica de determinação da humidade por secagem, ou seja, determina-se a humidade e seguidamente faz-se a diferença para o total de sólidos. Já a gordura é determinada recorrendo a ressonância magnética. As análises sensoriais são feitas pelo responsável da sala de misturas, de acordo com o padrão de sabores e aromas próprios de cada mistura. Se for detectada alguma não conformidade, é necessário que outro operador da sala de misturas venha efectuar uma segunda prova, para que se possa tomar as medidas necessárias de correcção.

Os resultados referentes às análises efectuadas para o produto X e Y encontram-se na tabela 6.

Tabela 6: Resultados do controlo físico-químico efectuado às misturas, xaropes e pedaços de topo (cerejas e avelãs).

Produto	Parâmetro	LSE	Valor alvo	LIE	μ	σ	C_v
Mistura Baunilha	Teor de gordura (%)	6,90	6,40	5,90	6,57	0,317	0,0480
	Teor de sólidos (%)	36,20	35,20	34,20	35,67	0,5220	0,01500
	Sensorial	Conforme					
Xarope Cereja	Teor de sólidos (%)	41,30	40,30	39,30	40,62	0,3660	0,009000
Cereja	Sensorial	Conforme					
Mistura Avelã	Teor de gordura (%)	7,33	6,83	6,33	7,01	0,318	0,0450
	Teor de sólidos (%)	39,43	38,43	37,43	38,32	1,266	0,03300
	Sensorial	Conforme					
Xarope Gianduja	Teor de gordura (%)	7,50	7,00	6,50	7,35	0,166	0,0230
	Teor de sólidos (%)	48,80	47,80	46,80	48,07	0,2630	0,005000
Avelãs	Humidade (%)	3,00	-	-	1,70	-	-
	Sensorial	Conforme					

Legenda: LIE – Limite inferior estimado; LSE – Limite superior estimado; μ – Média; σ – Desvio padrão; C_v – Coeficiente de variação.

Tanto os valores de desvio padrão, como coeficientes de variação evidenciam que existe, respectivamente, pouca variabilidade e dispersão em relação à média para os parâmetros controlados nas misturas. Isto significa que o processo de produção é constante em torno desses valores.

Na linha W os produtos estudados são submetidos a um controlo rigoroso. São analisados em linha o volume e peso do gelado, a temperatura à saída do cristizador e efectuam-se análises sensoriais a todos os componentes do gelado (mistura, xarope e pedaços de topo, neste caso cerejas ou avelãs). As amostragens são feitas de acordo com as especificações da Unilever. Para o controlo do volume são retiradas 6 unidades por hora, para o controlo do peso 5 unidades por hora para *impulse* e 3 unidades por hora para *multipack* e para o controlo sensorial e de qualidade são analisadas 10 unidade por hora para o controlo em linha e retiradas 4 unidades por turno para análise do produto final na sala de provas.

Para os controlos efectuados em linha os resultados são os seguintes (tabela 7).

Tabela 7: Resultados do controlo físico-químico efectuado em linha para o produto X e Y.

Produto	Parâmetro	LIE	Valor alvo	LSE	μ	σ	C_v	C_{pk}
X	Volume (mL)	140,00	145,90	-	148,31	3,5930	0,026000	0,77000
X	Peso (g)	81,00	90,00	-	94,83	3,546	0,03700	0,4400
X	Temperatura da mistura + xarope (°C)	-	-	-5,50	-5,80	0,410	0,0710	-
X	Sensorial	Mistura Baunilha	Conforme					
		Xarope Cereja	Conforme					
		Cerejas	Conforme					
		Produto final	Conforme					
Y	Volume (mL)	140,00	146,10	-	144,87	3,4490	0,024000	0,47000
Y	Peso (g)	73,00	82,00	-	87,48	3,022	0,03500	0,4400

Y	Temperatura da mistura + xarope (°C)		-	-	-5,50	-6,18	0,420	0,0680	-
Y	Sensorial	Mistura Avelã	Conforme						
		Xarope Gianduja	Conforme						
		Avelãs	Conforme						
		Produto final	Conforme						

Legenda: LIE – Limite inferior estimado; LSE – Limite superior estimado; μ – Média; σ – Desvio padrão; C_v – Coeficiente de variação; C_{pk} – Capacidade do processo.

Com a análise dos desvios padrões dos parâmetros de controlo podemos afirmar que o peso e o volume são os que apresentam maior variabilidade em relação à média. No entanto, se compararmos todos os coeficientes de variação, a dispersão é mais baixa no volume e peso em relação à temperatura, ou seja, os valores são mais afastados da média mas mais próximos entre si.

A variabilidade do peso dos produtos deve-se a vários factores, como existirem seis linhas de enchimento e as cerejas e pedaços de avelã não serem controlados individualmente, o que vai influenciar o peso final do produto.

No entanto, os valores que nos dão a capacidade do processo (C_{pk}) não estão de acordo com o esperado. A capacidade de um processo de produção é dada pelos valores de C_p e C_{pk} (obtidos a partir das fórmulas em anexo) e analisada da seguinte forma (para o C_{pk} analisa-se apenas o valor mais baixo) (Oakland, 2008^b):

- ✱ C_p ou $C_{pk} < 1$, processo incapaz;
- ✱ $1 \leq C_p$ ou $C_{pk} < 1,33$, processo aceitável;
- ✱ C_p ou $C_{pk} \geq 1,33$, processo capaz.

Para os parâmetros analisados, os C_{pk} estão abaixo de 1, sendo o processo considerado incapaz. Neste caso, o processo é incapaz de assegurar que todas as unidades estão dentro das especificações, o que significa que inevitavelmente irão existir não conformidades no processo, reflectindo-se no produto.

Qualquer valor de C_p menor que 1 significa que a variação do processo é maior do que a gama de tolerância especificada, logo o processo é incapaz. Este indicador é uma simples comparação entre a variação total e as tolerâncias no processo, sendo uma ferramenta importante na análise de processos. O C_{pk} é um indicador que têm em conta a variação do processo e a sua centralização. Por este motivo, existem dois valores de C_{pk} relacionando a média e os respectivos limites (superior e inferior), sendo que um C_{pk} de 1 ou menor significa que a variação do processo e a sua centralização é tal, que pelo menos um dos limites de tolerância foi excedido e o processo é considerado incapaz. Pode, em todo o caso, ser possível um aumento do valor de C_{pk} pela centralização do processo em torno de média, ou seja, tornar coincidente o valor alvo com a média.

Para o caso do peso e do volume, tal pode acontecer, dada a variabilidade dos produtos. O produto X e Y contêm mistura, xarope e *topping* permitindo uma maior variação que é inerente à sua concepção. No caso de produtos simples produzidos na mesma linha W (por exemplo apenas mistura de baunilha), os indicadores de capacidade do processo encontram-se sempre acima de 1,33, sendo

o processo considerado capaz.

É importante referir que o cálculo da capacidade do processo não é baseado em resultados exactos, mas sim em aproximações. Isto significa que o progresso depende da obtenção de aproximações sucessivamente mais fiáveis, o que se pode tornar complicado devido a existir sempre uma variação inerente ao processo de amostragem, o processo nunca estar completamente sob controlo estatístico e nenhuma produção seguir exactamente uma distribuição normal (^b Oakland, 2008).

✖ Microbiológicas

Todos os géneros alimentícios deverão estar isentos de qualquer microrganismo que possa por em causa da saúde do consumidor e seja um risco de segurança alimentar. Por esse motivo, é obrigatório que exista um plano de recolha e análise biológica, para garantir a segurança do produto.

No caso dos gelados, as análises microbiológicas seguem as especificações da Unilever bem como as normas portuguesas associadas à pesquisa de cada microrganismo (normas enumeradas em anexo). A preparação das amostras para análise e a preparação das diluições em laboratório são feitas de acordo com protocolos específicos da empresa. As análises feitas na Olá são as seguintes:

1. Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos – contagem total em placa;
2. Contagem de bactérias coliformes;
3. Estimativa do número mais provável de bactérias coliformes e *E.coli*;
4. Contagem directa em placa de colónias de *E.coli*;
5. Pesquisa e estimativa do número de células viáveis de bactérias coliformes;
6. Pesquisa e estimativa do número de células viáveis de *E. coli*;
7. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva;
8. Contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva;
9. Contagem de bolores e leveduras – sementeira de superfície;
10. Contagem de bolores e leveduras – sementeira por incorporação;
11. Contagem de microrganismos lipófilos;
12. Pesquisa e estimativa do número de células viáveis de *Listeria monocytogenes* – identificação da espécie;
13. Pesquisa de *Salmonella spp.* em 25g de produto;
14. Contagem de *Enterobacteriaceae*;
15. Contagem de *Enterococcus*.

Aquando da recepção de matérias-primas, ocorrem análises microbiológicas de rotina. Essas são feitas sempre para as frutas, frutos secos e pedaços para cobertura. Os boletins dos fornecedores também asseguram a segurança microbiológica dos restantes ingredientes, sendo efectuadas análises periódicas aos mesmos de um modo programado para garantir a veracidade dos mesmos. Neste caso, efectua-se análises para a cereja e os pedaços de avelã torrada. Os resultados dessas análises encontram-se na tabela abaixo, expressos em unidades formadoras de colónia por unidade de peso (ufc/g).

Tabela 8: Resultados da pesquisa microbiológica nas matérias-primas recepcionadas.

Matéria-prima	Totais (ufc/g)	Enterobactérias (ufc/g)	Bolores e leveduras (ufc/g)	Staphylococcus aureus
Cereja	< 100	< 10	< 10	Negativo
Avelã torrada	< 100	< 10	10	-

Os métodos utilizados são a sementeira de superfície para bolores e leveduras, sementeiras de incorporação para contagem total, enterobactérias e para *Staphylococcus aureus* utiliza-se um meio de cultura líquido, sendo o teste positivo ou negativo para o crescimento.

Analisando os resultados, as duas matérias-primas foram aceites para consumo na produção. Os máximos permitidos são: para contagem total 10000 e 5000 ufc/g para cereja e avelã respectivamente, para as enterobactérias os valores máximos são de 10ufc/g para ambas as matérias-primas e para bolores e leveduras os valores para cereja e avelã são de 1000 e 50 ufc/g, respectivamente. No caso da pesquisa de *Staphylococcus aureus*, o resultado para ser aceite tem que ser negativo pois trata-se de um microrganismo patogénico.

Nos dois produtos estudados, os dados passíveis de divulgar são os da contagem de enterobactérias. Estas análises são feitas tendo em conta a norma específica, utilizando a técnica de sementeira por incorporação.

Para o produto X e Y o limite máximo de ufc/g é de 10 para enterobactérias (Regulamento 1441/2007, 2007). Este valor é uma referência para o produtor em termos de higiene e não uma imposição para o consumidor, pois o problema real são os microrganismos patogénicos. De qualquer modo, existe uma forma específica de actuar perante estas situações. Se os valores de contaminação variarem entre os 10 e 100 ufc/g não se toma qualquer medida, a não ser que sejam valores seguidos ao longo de toda a produção e se forem valores superiores a 100 ufc/g, mesmo que isolados, bloqueia-se o produto num intervalo de tempo que inclua a contaminação e procede-se a uma reanálise. A reanálise, para os produtos X e Y que tem volume inferior a 500mL, faz-se analisando metade das paletes que estão bloqueadas mais uma e retirando duas caixas de cada palete e das caixas 6 unidades para análise. Isso dá um total de 12 unidades por cada palete para se submeter a nova análise microbiológica.

Os resultados que ultrapassaram o limite máximo para os dois produtos estão identificados na tabela 9.

Tabela 9: Resultados da análise microbiológica do produto X e Y para a contagem de enterobactérias (Fevereiro a Junho), que ultrapassaram o limite superior de contaminação.

Data	Hora	Produto	Contaminação (ufc/g)
13/04	14:00	X	10
	20:10		20
14/04	00:36	X	20
21/04	00:30	Y	10
03/05	08:30	Y	10
25/05	06:32	X	140
	08:30		20
	20:15		40
26/05	04:28	X	230

Registaram-se, em 5 meses de produção, 9 ocorrências de contaminação de produto. Apesar

dos resultados obtidos e tendo em conta a dimensão da produção, após medidas tomadas de reanálise não se verificou problemas de segurança alimentar. Assim sendo, o produto está conforme e foi expedido para o mercado.

Durante a produção, além da análise aos ingredientes, mistura e produto final, é necessário fazer colheita de amostras das superfícies e equipamentos, para obter amostras representativas do estado higiénico da produção. O estado higiénico dos equipamentos, pode ser avaliado de uma forma directa, através de zaragatoas recolhidas na superfície destes, após as acções de limpeza e desinfecção, ou em curso de fabrico. De forma indirecta, o mesmo pode ser conseguido, após acções de limpeza e desinfecção pela análise da primeira água/mistura/gelado proveniente do equipamento.

Os pontos de controlo para a linha W são os seguintes:

1. Interior do bico do 1º enchimento;
2. Exterior do bico do 1º enchimento;
3. Interior do regulador de débito do 1º enchimento;
4. Bandejas, parte superior;
5. Tela do tapete de saída;
6. Zona de formação de condensados nos flexíveis.

A técnica da colheita com zaragatoa deverá ser realizada numa área de cerca de 100cm². Quando a superfície a analisar não for plana (interior de tubagens por exemplo), deverá procurar-se respeitar essa área, de forma aproximada, a menos que a superfície em questão seja de dimensões inferiores. O procedimento passa por humedecer a zaragatoa no diluente e esfregar na área seleccionada, de modo sistemático, primeiro no sentido “Norte-Sul” e depois no sentido “Leste-Oeste”. À medida que se for esfregando o espaço seleccionado, a zaragatoa deve ser rodada entre os dedos e passada no diluente, agitando para libertar eventuais partículas aderentes. Repetir este procedimento duas vezes e no final, introduzir a zaragatoa no tubo e quebrá-la, de modo a deixar no interior do tubo a porção de zaragatoa que nunca esteve em contacto com os dedos do operador. Identificar o tubo correctamente e armazená-los num frigorífico até análise. Na colheita da primeira água/mistura/gelado o procedimento visa apenas recolher a primeira amostra para o interior de um saco estéril, identificar a amostra e armazená-la num frigorífico até análise.

Das análises efectuadas, apenas poderão ser divulgados os resultados (tabela 10) da pesquisa de enterobactérias e contagem total, que são feitos por sementeira de incorporação.

Tabela 10: Resultados da análise microbiológica de amostras da superfície de equipamentos, no âmbito do controlo higiénico da produção.

Data	Local	Amostra	Produto	Enterobactérias (ufc/g)	Totais (ufc/g)
07/03	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	X	< 5	150
	Exterior do bico do 1º enchimento	Zi		165	900
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	< 5
	Tremonha	Zd		< 5	230
13/03	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	X	< 5	< 5
	Exterior do bico do 1º enchimento	Zi		< 5	< 5
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	< 5

	Bandejas, parte superior	Zi		< 5	180
	Tremonha	Zd		< 5	< 5
19/03	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	X	< 5	< 5
	Exterior do bico do 1º enchimento	Zi		< 5	< 5
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	< 5
21/03	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	Y	< 5	< 5
	Exterior do bico do 1º enchimento	Zi		< 5	< 5
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	< 5
	Tremonha	Zd		< 5	< 5
23/04	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	X	< 5	< 5
	Exterior do bico do 1º enchimento	Zi		< 5	< 5
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	< 5
	Tremonha	Zd		< 5	< 5
18/05	Interior do bico do 1º enchimento	Zd	Y	< 5	< 5
	Interior do regulador de débito do 1º enchimento	Zd		< 5	1000

Legenda: Zd – Zaragatoa directa, em contacto com o produto; Zi – Zaragatoa indirecta, sem contacto com o produto.

Ao analisarmos a higiene da produção, pode-se fazer um balanço positivo. Existiram apenas 4 casos de contaminação, sendo que ocorreram isoladamente não sendo necessário tomar nenhuma medida de correcção drástica. De qualquer modo, quando ocorrem contaminações é necessário rever os procedimentos de higienização dos equipamentos e locais de produção, bem como fazer uma verificação da execução dos mesmos por parte dos operadores. Apesar de existir uma análise semanal aos parâmetros microbiológicos inerentes à produção (higienização e fabrico), a revisão deste tipo de instruções operacionais deve ser feita anualmente, de modo a evitar que as regras e directrizes se tornem obsoletas.

✦ CRQS – *Consumer Relevant Quality Standards*

A importância do controlo da qualidade na área alimentar é um conhecimento intrínseco tanto para as empresas de produção alimentar como para os consumidores, cada vez mais interessados e exigentes relativamente aos seus produtos de escolha. Face a esta demanda, os CRQS ajudam a controlar a qualidade dos produtos alimentares.

Os CRQS estão definidos por parte da Unilever em parâmetros específicos, sendo que cada parâmetro tem atributos próprios a serem estudados. Cada atributo tem três categorias ou classificações, definidas em verde, amarelo e vermelho. Estas cores definem a gravidade do defeito, sendo que o verde é o desejado, o amarelo é um pequeno defeito e o vermelho um defeito grave.

Os CRQS para estes dois produtos abrangem 5 parâmetros diferentes, a embalagem, aparência, aspecto (topo do produto), xarope e sabor. A tabela seguinte pretende exemplificar o modo como os parâmetros e atributos estão organizados para se proceder à análise.

Tabela 11: Exemplo de parâmetro dos CRQS para o produto X.

PARÂMETRO 3 : ASPECTO - TOPO DO PRODUTO			
Atributo	Verde	Amarelo	Vermelho
Quantidade de pedaços no topo	<p>Quantidade correcta de pedaços no topo (2,3 cerejas)</p> 	<p>Poucos pedaços no topo (1 cereja ou 4 cerejas)</p> 	<p>Ausência de pedaços no topo (0 cerejas ou mais que 4 cerejas)</p> 

A análise dos CRQS possibilita o constante controlo e gestão da qualidade dos produtos, sendo possível a manutenção da melhoria constante. É de extrema importância para a fábrica mas também para o consumidor, como garantia da excelência na qualidade.

Relativamente ao controlo da qualidade dos produtos X e Y este é feito directamente em linha, durante a produção, e após a produção no produto acabado na sala de provas da fábrica (figura 63 em anexo). A amostragem para ambos os produtos é de 10 unidades por hora para analisar os defeitos. Caso se encontre um defeito com classificação vermelha ou pelo menos 3 defeitos com classificação amarela, é necessário interromper a produção e analisar a situação. A análise da situação é feita tendo em conta as várias etapas da linha de produção, por associação de uma determinada tarefa, local da máquina ou ocorrência específica. Depois de se determinar a origem do defeito deve corrigir-se o problema de modo a eliminar o defeito.

Os resultados obtidos da análise dos defeitos do produto são os descritos na tabela seguinte.

Tabela 12: Resultados da análise de defeitos ao produto X e Y.

Produto	Tipo de defeito	Nº de defeitos	Classificação
X	Copo pouco sujo (área maior a 2cm ²)	1	Amarelo
X	Copo/tampa pouco sujos de gelado	1	
X	Distribuição dos pedaços de topo	3	
X	Definição e número de flutes	5	
X	Quantidade de pedaços de topo	19	
X	Tampa inclinada sem gelado visível	1	
Y	Enchimento incorrecto	9	
Y	Definição e número de flutes	8	

O número de defeitos encontrados, durante todo o período de produção analisado (Fevereiro a Junho) para o produto X foi de 30. Na análise, não ocorreram mais de 3 casos de defeitos com classificação amarela por amostragem, não sendo necessário interromper a produção e avaliar a proveniência do defeito. Para o produto Y, o número de defeitos foi mais reduzido, apenas 17, sendo que também não ocorreu nenhuma situação onde fosse necessário interromper a produção.

No caso do produto X, o defeito mais problemático foi a quantidade de pedaços de topo, neste caso de cerejas. Por conseguinte, e de forma a evitar a ocorrência sistemática deste tipo de defeito, colocou-se um trabalhador na linha W apenas para verificar e corrigir esse problema, ou seja, para que caso a tremonha não coloca-se 2 ou 3 cerejas no topo do gelado essa pessoa pudesse colocar as cerejas manualmente.

Se pensarmos nesse parâmetro a controlar, podemos colocar uma questão pertinente: “Qual a relevância para o consumidor se o produto X trazer 4 cerejas no topo?”. As 4 cerejas no topo é considerado um defeito amarelo, mas para o consumidor do produto será que comer mais uma cereja é um defeito? Como os CRQS são construídos pela empresa, talvez no ano seguinte a classificação nos parâmetros seja diferente, dependendo do estudo de mercado, das reclamações e das sugestões do consumidor.

✦ Controlo Metrológico

Foram feitas análises metrológicas aos produtos para garantir que as especificações estavam a ser cumpridas, de acordo com a Portaria nº1198/91. Esta portaria estabelece o regime jurídico aplicável aos produtos pré-embalados destinados a comercialização em quantidades ou capacidades nominais unitárias iguais ou superiores a 5g ou a 5mL e iguais ou inferiores a 10kg ou a 10L. O ensaio feito foi de controlo não destrutivo simples, de acordo com o regulamento de controlo metrológico das quantidades dos produtos pré-embalados (Portaria nº1198/91, 1991).

Os ensaios foram realizados em duplicado durante a produção nos dias 12, 13, 19 e 20 de Abril de 2012. Cada ensaio consiste na recolha amostras de produto final na linha e pesagem numa balança analítica (Mettler Toledo PR5001). A tara dos ensaios foi feita com amostras de fundos e tampas do respectivo produto. As tabelas de dados dos ensaios completas e fórmulas utilizadas encontram-se em anexo.

Para o produto X a capacidade nominal é de 90g, sendo que a sua produção horária é de 4284 unidades. Assim sendo, de acordo com a portaria 1198/91, o erro máximo admissível é 4,5g e a dimensão da amostra é 125 unidades. Para efectuar a tara, recolhemos 10 amostras de fundos e tampas e pesamos de modo a calcular a tara média. No caso dos 2 ensaios a tara média foi de 7,35g, sendo esta inferior a 10% do peso bruto do produto tornando-se válida para o ensaio.

De acordo com os resultados foi calculada a média (μ), o desvio padrão (σ) e o coeficiente de variação (C_v) (tabela 13).

Tabela 13: Resultados do ensaio metrológico do produto X.

μ	94,8g
σ	3,45
C_v	0,0370

Perante estes resultados e utilizando os seguintes critérios de aceitação (Portaria nº1198/91, 1991):

- ✦ $\mu > Qn - k \times \sigma$, em que Qn é o valor nominal e k é uma constante igual a 0,234;
- ✦ não podem existir mais de 7 amostras com peso inferior a $90 - 4,5 = 85,5g$;
- ✦ não pode existir nenhuma amostra com peso inferior a $90 - 2 \times 4,5 = 81g$;

temos que, a produção do produto X corre de acordo com o esperado e encontra-se em cumprimento das especificações metrológicas.

Para o produto Y a capacidade nominal é de 82g, sendo que a sua produção horária é de 4284 unidades. Assim sendo, de acordo com a portaria 1198/91, o erro máximo admissível é 4,5g e a dimensão da amostra é 125 unidades. Para efectuar a tara, recolhemos 10 amostras de fundos e tampas e pesamos de modo a calcular a tara média. No caso dos 2 ensaios a tara média foi de 7,35g, sendo esta inferior a 10% do peso bruto do produto tornando-se válida para o ensaio.

De acordo com os resultados foi calculada a média (μ), o desvio padrão (σ) e o coeficiente de variação (C_v) (tabela 14).

Tabela 14: Resultados do ensaio metrológico do produto Y.

μ	88,2g
σ	2,75
C_v	0,0310

Perante estes resultados e utilizando os seguintes critérios de aceitação (Portaria nº1198/91, 1991):

- ✱ $\mu > Qn - k \times \sigma$, em que Qn é o valor nominal e k é uma constante igual a 0,234;
- ✱ não podem existir mais de 7 amostras com peso inferior a $82 - 4,5 = 77,5g$;
- ✱ não pode existir nenhuma amostra com peso inferior a $82 - 2 \times 4,5 = 73g$;

temos que, a produção do produto Y corre de acordo com o esperado e encontra-se em cumprimento das especificações metrológicas.

Com a análise dos parâmetros de controlo (desvio padrão e coeficiente de variação) evidenciamos que apesar de existir alguma variabilidade em relação à média para os dois produtos (pois o desvio padrão ronda os 3 valores), o coeficiente de variação é baixo, existindo uma dispersão de apenas 3 a 4%.

É importante, contudo, a análise dos resultados e desta variação existente. Deste modo, foram construídos os seguintes histogramas, para ambos os produtos.

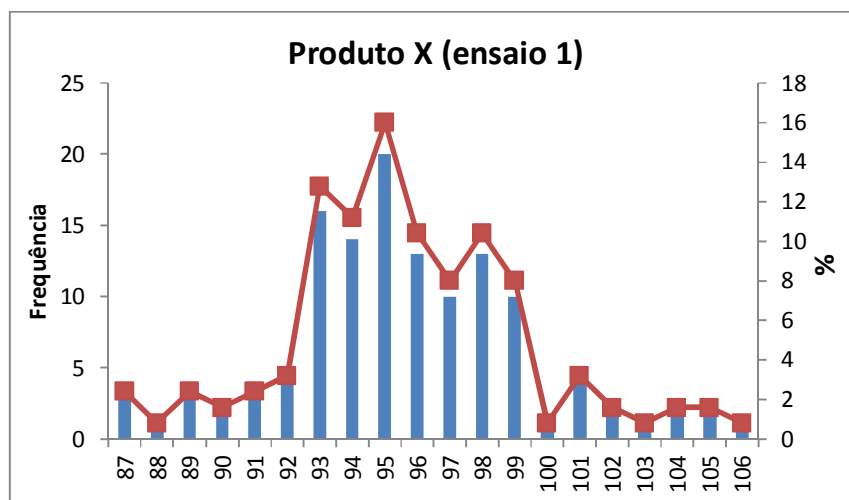


Figura 50: Histograma do 1º ensaio metrológico para o produto X.

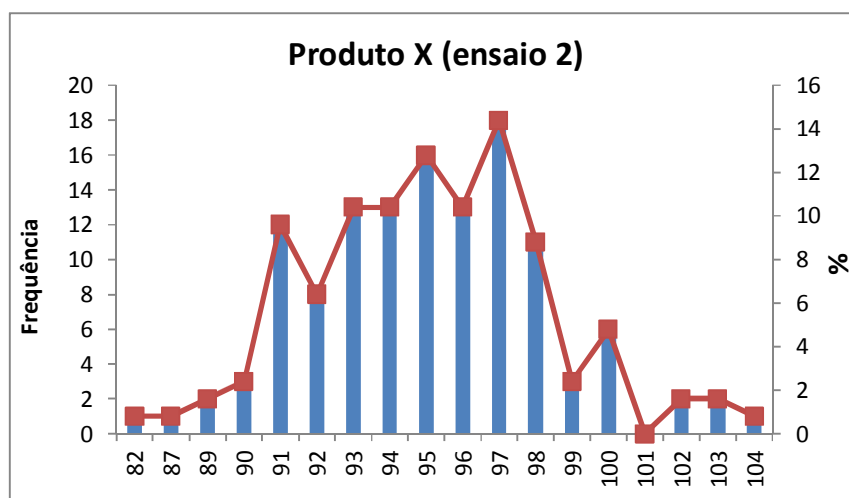


Figura 51: Histograma do 2º ensaio metrológico para o produto X.

Para o produto X, quer no primeiro como no segundo ensaio são poucos os produtos que estão abaixo do valor nominal (7 e 4 respectivamente). No entanto, o que é conforme do ponto de vista da legislação e da qualidade do consumidor, que é peso igual ou acima da especificação nominal, pode não ser favorável à fábrica. Neste caso, uma média de 93,6% dos produtos (nos dois ensaios) tem peso superior a 90g o que significa que existe um maior gasto a nível de ingredientes e energia, o que se reflecte num maior gasto económico.

Este peso acima do nominal deve-se também às cerejas adicionadas ao gelado, pois não existe um controlo de peso exacto sobre este *topping* o que vai dar origem a uma maior oscilação de peso.

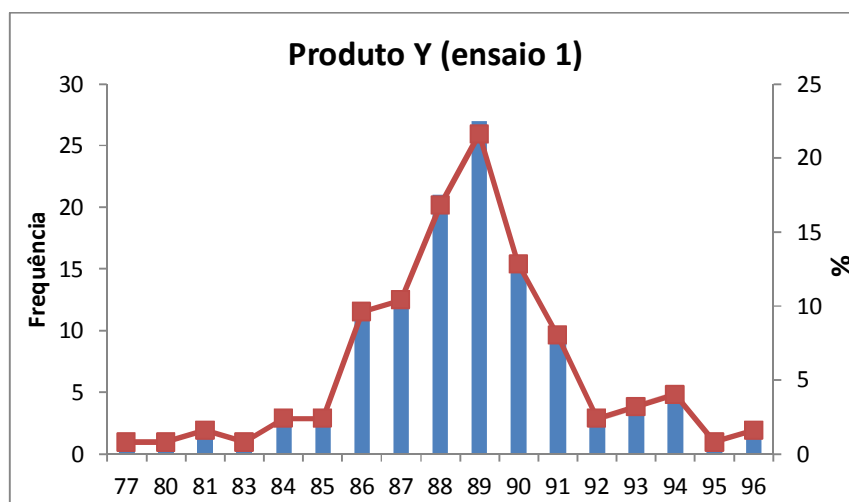


Figura 52: Histograma do 1º ensaio metrológico para o produto Y.

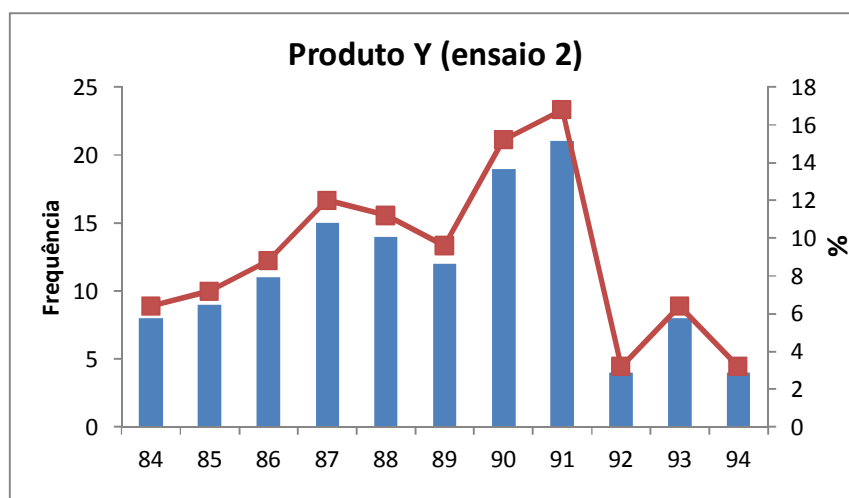


Figura 53: Histograma do 2º ensaio metrológico para o produto Y.

No caso do produto Y, apenas no primeiro ensaio existiram produtos abaixo do peso (4 produtos), sendo que na sua maioria estão acima das especificações. Novamente, existe excesso de gelado em quase todos os produtos. Tal como no caso do produto X, os pedaços de avelã adicionados não sofrem controlo metrológico, podendo ajudar na oscilação de peso evidenciada.

Dada a variabilidade dos produtos, a variação de peso é inerente à concepção como mencionado anteriormente. No entanto, pela análise dos histogramas, é necessário que exista um controlo mais rigoroso em linha dos pesos, para que se possa ir ajustando o sistema à medida que a produção decorre para que não ocorram nem tantas variações nem tantas perdas.

✖ Ensaios de Tempo de Permanência

Para o produto final estar apto para ser expedido para o mercado necessita que ter atingido a temperatura de -18°C . De modo a garantir que o produto atinge essa temperatura, o produto final fica, após paletização, em câmaras refrigeradas durante um período determinado de tempo (designado usualmente por *holding period*) para que se garanta esse requisito. Dependendo de cada produto, do seu peso, tamanho, embalagem e composição, os produtos ficam mais ou menos dias até serem expedidos e comercializados.

No caso dos dois produtos estudados, efectuaram-se ensaios para determinar quanto tempo leva o produto a atingir os -18°C . Os ensaios foram efectuados com a utilização de registadores de dados (figura 54), que são aparelhos munidos de uma sonda de penetração (que mede a temperatura) e capazes de registar e armazenar os dados.



Figura 54: Registradores de dados (tinytag) utilizado nos ensaios de tempo de permanência.

Cada ensaio correspondeu à utilização de dois registradores de dados introduzidos no gelado de acordo com a figura seguinte. A sonda deve ser inserida de modo a que a sua extremidade atinja o centro de massa do produto em análise (como na figura 55).

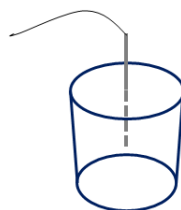


Figura 55: Esquema explicativo de como inserir a sonda de penetração do registrador de dados no gelado.

As caixas ou *packs* que continham os registradores de dados eram rotulados, devidamente identificados e depois paletizados e colocados em câmaras de forma igual ao processo normal. Ao fim de 5 a 6 dias de ensaio, retiram-se as caixas da paleta e os aparelhos do gelado, descarregando-se os dados.

O tratamento dos dados é feito de forma simples, sendo apenas necessário recolher a data e hora do início do ensaio e a data e hora a que o produto atingiu os -18°C estabilizando a essa temperatura. Deste modo contabiliza-se as horas necessárias para que o produto atinja essa temperatura e converte-se para dias.

Foram realizados 5 ensaios para o produto X e para o produto Y. Os resultados finais encontram-se na tabela seguinte.

Tabela 15: Resultados referentes aos ensaios de tempo de permanência para o produto X e Y.

Produto	Nº ensaios (1ensaio = 2aparelhos)	Tempo médio de permanência		Túnel		Paletização
		Horas	Dias	T ($^{\circ}\text{C}$)	Tempo de residência (min)	T ($^{\circ}\text{C}$)
X	5	00:59:48	0,04	-40,00	36,00	5,30
Y	5	00:05:05	0,00	-40,00	36,00	5,00

Como se trata de produtos de pequenas dimensões e baixo peso, 90g para o produto X e 82g para o produto Y, é normal que o tempo necessário para atingir a temperatura de -18°C e estabilizar seja mínimo. Pela análise dos dados de temperaturas dos ensaios, conseguimos construir gráficos (figura 56 e 57) que mostram o perfil de temperaturas em função do tempo (os gráficos dos ensaios individuais encontram-se em anexo).

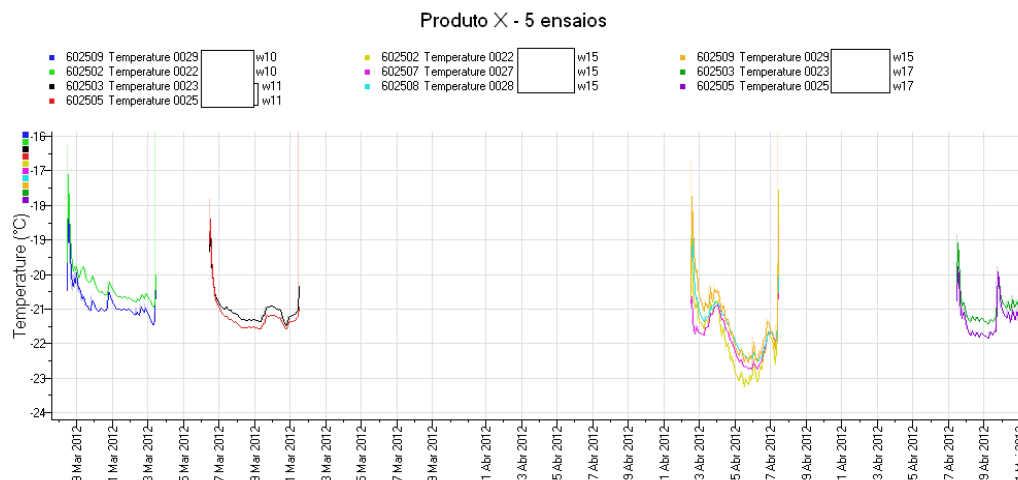


Figura 56: Gráfico de temperatura em função do tempo para 5 ensaios de tempo de permanência do produto X.

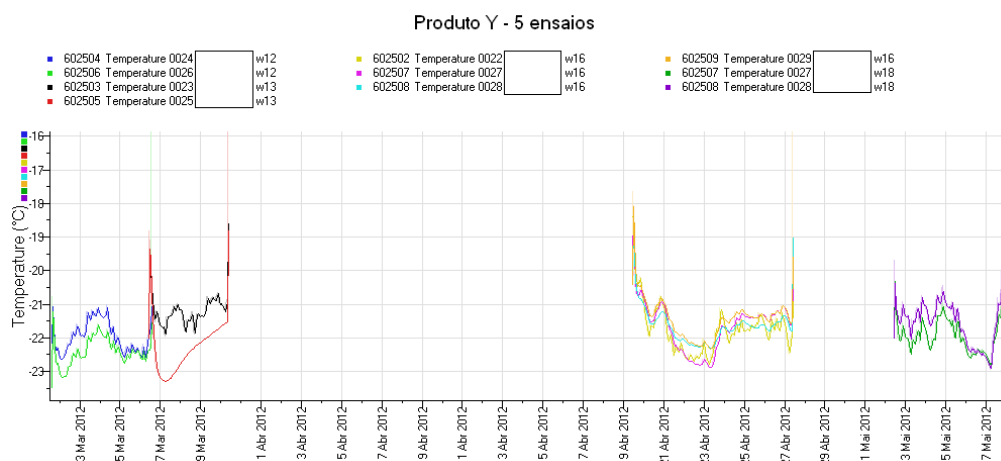


Figura 57: Gráfico de temperatura em função do tempo para 5 ensaios de tempo de permanência do produto Y.

Todos os produtos se encontram no início do ensaio a temperaturas inferiores a -15°C , atingindo rapidamente a temperatura de -18°C . O produto Y atinge a temperatura desejada mais rápido que o produto X e esta ligeira diferença pode dever-se a vários factores, como a própria formulação da mistura (pois um é gelado de nata e outro gelado de avelã), ao tempo de embalagem, à rapidez da paletização, sendo impossível prever qual o mais significativo sem realizar ensaios a essas variáveis.

Os picos, visíveis no final de cada ensaio, ocorrem devido à subida de temperatura mal se retira o registador de dados do produto que continua a registar a temperatura até ser desligado. Logo, devem ser ignorados.

5. Planos HACCP

O sistema de HACCP já estava implementado na fábrica, tendo em conta as normas específicas de elaboração da Unilever. Para esta dissertação, os planos foram revistos e abordados de uma forma mais detalhada e científica no que diz respeito à identificação e análise de perigos, no

entanto sem esquecer as especificações da empresa.

A Olá é uma empresa certificada segundo as normas NP EN ISO 9001, NP EN ISO 14001 e OHSAS 18001.

A ISO 9001:2008 é um sistema de gestão da qualidade, que visa a implementação de procedimentos e sistemas para manutenção e melhoria da qualidade alimentar. O sistema de gestão ambiental adoptado é a ISO 14001:2004 e o sistema de gestão da segurança, higiene e saúde no trabalho é OHSAS 18001:1999.

O programa de pré-requisitos implementado segue os requisitos globais de qualidade da Unilever e das boas práticas de fabrico de gelados (Unilever, 2006; ANIGA, 2008). As áreas de aplicação das boas práticas são:

- ✦ Infraestruturas e equipamentos (instalações, áreas de produção e serviços);
- ✦ Limpeza e desinfecção (princípios, procedimentos e monitorização);
- ✦ Pessoal (formação, requisitos e higiene);
- ✦ Matérias-primas e material de embalagem (fornecedores, especificações, controlo à recepção e condições de armazenagem);
- ✦ Processo de fabrico (misturas, maturação, composição do produto e retorno);
- ✦ Produto acabado (especificações, rotulagem e rastreabilidade);
- ✦ Distribuição e cadeia de frio (paletização, câmara, veículos, conservadores e pontos de venda).

Foram elaborados planos para cada segmentação do processo de produção tendo em conta ambos os produtos, desde a recepção de matérias-primas até à expedição do produto final.

Foram identificados perigos físicos, químico, biológicos e alergéneos (Lawley *et al.*, 2008^{b, c}). Os perigos biológicos identificados para o produto foram: *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Yersinia* e bactérias da família *Enterobacteriaceae*. Devido ao elevado número de microrganismos patogénicos possíveis de serem encontrados nas matérias-primas e produto final, adoptou-se nas tabelas de análise de perigos apenas o nome genérico de “microrganismos patogénicos”. Os perigos alergéneos encontram-se enumerados numa tabela em anexo.

A análise dos perigos identificados foi feita de acordo com o quadro representado abaixo, tendo em conta a probabilidade destes ocorrerem e a sua severidade.

Probabilidade x Severidade	Baixa (1)	Média (2)	Alta (3)
Baixa (1)	Desprezável (1)	Tolerável (2)	Moderado (3)
Média (2)	Tolerável (2)	Moderado (4)	Considerável (6)
Alta (3)	Moderado (3)	Considerável (6)	Intolerável (9)
Desprezável (1)	Não requer medidas específicas		
Tolerável (2)	Não é necessário melhorar a medida preventiva. É necessário vigilância de modo a assegurar que se mantém a eficácia das medidas de controlo.		
Moderado (3/4)	Devem ser feitos esforços para reduzir o risco.		
Considerável (6)	O trabalho não deve ser iniciado até que se reduza o risco. Se o trabalho for contínuo, devem ser tomadas medidas urgentes para controlar o perigo.		
Intolerável (9)	O trabalho não pode iniciar ou continuar sem a redução do risco. Se não for possível reduzir o risco é proibido realizar o trabalho.		

Figura 58: Quadro de análise de perigos tendo em conta a probabilidade e severidade (Duarte, 2011).

A probabilidade e a severidade traduzem a existência ou não de risco associado ao perigo. Isto é, se o perigo tiver uma severidade alta, mesmo que a probabilidade de ocorrência seja baixa, este perigo é sempre significativo. O mesmo acontece se a probabilidade for alta e a severidade baixa. De acordo com a figura anterior, podemos estabelecer as correlações de severidade e probabilidade que nos ajudam a prever se o perigo é ou não significativo.

A severidade foi classificada tendo em conta o dano possível à saúde do consumidor, sendo que a probabilidade foi classificada de acordo com uma suposição do número de vezes que esse perigo pode ocorrer na indústria.

A árvore de decisão utilizada foi a seguinte (figura 59).

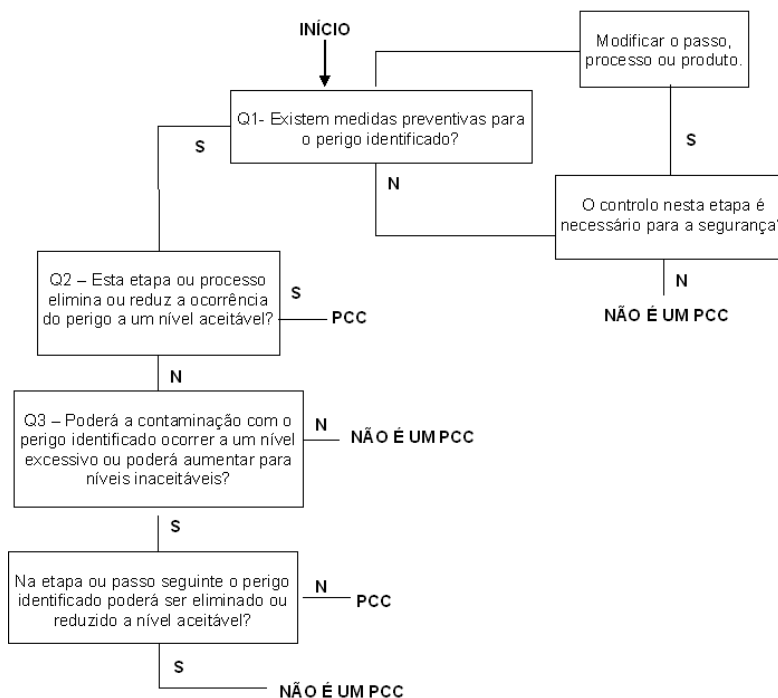


Figura 59: Árvore de decisão para identificação de pontos críticos de controlo.

Legenda: S – Sim; N – Não; PCC – Ponto Crítico de Controlo.

✖ Matéria-prima e Material de Embalagem

1. Programa de Pré-requisitos

De acordo com o documento específico da empresa (programa enumerado em anexo), que descreve o programa de pré-requisitos implementado.

2. Âmbito do estudo

Este estudo aplica-se a todas as matérias-primas e materiais de embalagem desde a recepção nos vários locais de armazenagem, até à entrega no ponto de consumo da produção ou sala de misturas. Inclui a armazenagem intermédia da sala de pesagens na sala de misturas, bem como fluxos de devolução, caso existam. Exclui matérias-primas transportadas em cisterna.

3. Descrição do produto

Matérias-primas refrigeradas: pastas de fruta, corantes, aromas, manteiga e natas.

Matérias-primas congeladas: frutas e pastas de fruta, gema de ovo líquida.

Matérias-primas a temperatura ambiente: bolacha, frutos secos, granulados, soro de leite, leite em pó, emulsionantes, espessantes.

Material de embalagem: materiais de embalagem primária e secundária.

4. Identificação do uso pretendido

Para a elaboração de misturas e gelados em todas as linhas de produção.

5. Descrição das matérias-primas

Descrição detalhada das matérias-primas em documento específico da empresa.

6. Controlo de receção

De acordo com as instruções operacionais da empresa.

7. Fluxograma

Fluxograma representado na figura 38.

8. Identificação dos perigos e análise de riscos

Tabela 16: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa ao nível das matérias-primas e material de embalagem.

Etapa	Tipo de Perigo	Agente Contaminante	Forma de Contaminação	Risco Identificado	Medidas preventivas
1. Encomenda e transporte de materiais	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Incorrecto envase das matérias-primas, contaminação das embalagens com sujidade ou fragmentos, manipulação incorrecta por parte do operador	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, boletins analíticos), auditorias de fornecedores, verificação das embalagens de acordo com as especificações, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Metais pesados, conservantes tóxicos	Presença de compostos tóxicos nas matérias-primas e nas embalagens	Possível efeito adverso no consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação das matérias-primas durante o processamento e envase ou durante o armazenamento	Possível toxinfecção do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
		Leveduras, bolores	Contaminação das matérias-primas em pó durante o processamento e envase ou devido a más condições de armazenamento	Possível toxinfecção do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação cruzada	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias

					de fornecedores
2.Recepção e descarga de materiais	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes, desinfectantes e lubrificantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento, flexíveis e filtros
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, manipulação incorrecta por parte do operador	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente do equipamento, flexíveis e filtros, manipulação higiénica das matérias-primas
3.Armazenagem de matérias	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Contaminação por manuseamento inadequado na colheita de amostras	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação por manuseamento inadequado na colheita de amostras	Possível toxinfecção do consumidor	Cumprimento das instruções operacionais desta etapa
4.Descongelação	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação por processo de descongelação inadequado	Possível toxinfecção do consumidor	Cumprimento das instruções operacionais desta etapa
5. Transferência para sala de misturas	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da matéria-prima	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas
6. Armazenagem intermédia	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, cumprimento das instruções operacionais desta etapa

	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos utensílios	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos utensílios
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da matéria-prima, higiene precária dos operadores e higienização insuficiente dos utensílios	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização eficiente dos utensílios
7.Transferência para sala de produção	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da matéria-prima	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas

9. Análise dos perigos e identificação de PCC's

A probabilidade e a severidade traduzem a existência ou não de risco associado ao perigo. De acordo com a figura 58, estabelecemos as correlações de severidade e probabilidade que nos ajudam a prever se o perigo é ou não significativo.

No entanto, de modo a diminuir a subjectividade da análise, submetemos todos os perigos identificados à árvore de decisão (figura 59), tal como é estipulado pela Unilever.

Tabela 17: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para as matérias-primas e materiais de embalagem

Etapa	Perigo	Severidade	Probabilidade	Significativo	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC
1.Encomenda e transporte de materiais	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Metais pesados, conservantes tóxicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
	Leveduras, bolores	2	2	✓	S	N	N	-	-
2.Recepção e descarga de materiais	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
3.Armazenagem de matérias	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
4.Descongelação	Microrganismos patogénicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
5. Transferência para sala de misturas	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
6. Armazenagem intermédia	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
7.Transferência para sala de produção	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-

✧ **Parque de Granéis**

1. Programa de Pré-requisitos

De acordo com o documento específico da empresa (programa enumerado em anexo), que descreve o programa de pré-requisitos implementado.

2. Âmbito do estudo

O estudo aplica-se ao parque de granéis e silos de açúcar até ao envio para os consumidores na sala de misturas e produção.

3. Descrição do produto

Açúcar a granel, óleo de palma, óleo de coco, xarope de glucose e dextrose líquida.

4. Identificação do uso pretendido

Óleos e açúcar para serem utilizados na sala de misturas.

5. Descrição das matérias-primas

A descrição detalhada das matérias-primas encontra-se no documento específico da empresa.

6. Controlo de receção

De acordo com as instruções operacionais da empresa.

7. Fluxograma

Fluxograma representado na figura 39.

8. Identificação dos perigos e análise de riscos

Tabela 18: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa para o parque de granéis.

Etapa	Tipo de Perigo	Agente Contaminante	Forma de Contaminação	Risco Identificado	Medidas preventivas
1.Encomenda e transporte de materiais	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Sanitização insuficiente dos tanques de reserva nos fornecedores ou dos tanques de transporte, deterioração dos equipamentos de transporte	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes, outros contaminantes	Sanitização insuficiente dos tanques de reserva nos fornecedores ou dos tanques de transporte	Possível efeito adverso no consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação das matérias-primas devido a más condições de armazenamento, higiene precária dos meios de transporte	Possível toxinfecção do consumidor	Avaliação de fornecedores, controlo de recepção (inspecção visual, análises laboratoriais periódicas, boletins analíticos), auditorias de fornecedores
2.Recepção, recolha de amostras e descarga de matérias-primas	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente do equipamento
3. Transferência por transporte pneumático (Inertização com azoto gasoso)	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Deterioração dos equipamentos, problemas na aspiração do ar dos compressores	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos (verificação da integridade do filtro do compressor), filtração

	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente do equipamento
4. Armazenagem de óleo de coco	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
5. Armazenagem de xarope de glucose	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
6. Armazenagem de dextrose líquida	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento

9. Análise dos perigos e identificação de PCC's

A probabilidade e a severidade traduzem a existência ou não de risco associado ao perigo. De acordo com a figura 58, estabelecemos as correlações de severidade e probabilidade que nos ajudam a prever se o perigo é ou não significativo.

No entanto, de modo a diminuir a subjectividade da análise, submetemos todos os perigos identificados à árvore de decisão (figura 59), tal como é estipulado pela Unilever.

Tabela 19: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para o parque de granéis.

Etapa	Perigo	Severidade	Probabilidade	Significativo	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC
1. Encomenda e transporte de materiais	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes, outros contaminantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
2. Recepção, recolha de amostras e descarga de matérias-primas	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
3. Transferência por transporte pneumático (Inertização com azoto gasoso)	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
4. Armazenagem de óleo de coco	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
5. Armazenagem de xarope de glucose	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	2	2	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
6. Armazenagem de dextrose líquida	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-

✦ **Sala de Misturas**

1. Programa de Pré-requisitos

De acordo com o documento específico da empresa (programa enumerado em anexo), que descreve o programa de pré-requisitos implementado.

2. Âmbito do estudo

Este estudo aplica-se a preparação de misturas incluindo repasteurizações, desde a pesagem de ingredientes minoritários e doseamento dos restantes até à maturação de misturas e envio para consumo no *cross-point*, incluindo a colocação de ingredientes na picadora até à adição de semi-elaborados de novo no misturador.

3. Descrição do produto

Misturas de elaboração de gelado de nata, gelado de leite com e sem gordura vegetal, gelado de fruta e sorvete.

4. Identificação do uso pretendido

Para a elaboração de gelados em todas as linhas de produção.

5. Descrição das matérias-primas

Descrição detalhada das matérias-primas no documento específico da empresa.

6. Controlo de receção

De acordo com as instruções operacionais da empresa.

7. Fluxograma

Fluxograma representado na figura 42.

10. Identificação dos perigos e análise de riscos

Tabela 20: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa da sala de misturas.

Etapa	Tipo de Perigo	Agente Contaminante	Forma de Contaminação	Risco Identificado	Medidas preventivas
1. Pesagem de pequenos ingredientes	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes nos utensílios	Passagem insuficiente com água após limpeza dos utensílios e das superfícies em contacto com a matéria-prima	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos utensílios e superfícies
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da matéria-prima e/ou equipamentos, higiene precária dos operadores e higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização eficiente dos utensílios e equipamentos, pasteurização da mistura
2. Adição manual de ingredientes (misturadores)	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos utensílios e dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos utensílios e equipamentos
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização

			matéria-prima e/ou equipamentos, higiene precária dos operadores e higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos		eficiente dos utensílios e equipamentos, pasteurização da mistura
Transferência de ingredientes desde embalagens	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente	Possível reacção de hipersensibilidade	Higienização eficiente dos equipamentos
3. Mistura de ingredientes nos misturadores	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2ª rolhão nas misturas alérgicas)
4. Recirculação	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e	Passagem insuficiente com água após limpeza dos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento

		desinfectantes	equipamentos		
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergéneo	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
5. Abastecimento do silo com leite em pó	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da matéria-prima e/ou equipamentos, higiene precária dos operadores e higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização eficiente dos utensílios e equipamentos, pasteurização da mistura
6. Armazenamento de leite em pó no silo	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
		Bolores	Contaminação das matérias-	Possível intoxicação do	Controlo da temperatura do ar

			primas ou crescimento devido a más condições de armazenamento (temperatura e humidade), higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos	consumidor	(5 a 7°C), higienização eficiente dos utensílios e equipamentos
7. Transporte de leite em pó através do sistema semi-bulk	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos (verificação visual do filtro diária)
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
		Bolores	Contaminação das matérias-primas ou crescimento devido a más condições de armazenamento (temperatura e humidade), higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos	Possível intoxicação do consumidor	Controlo da temperatura e humidade relativa do ar, higienização eficiente dos utensílios e equipamentos
8. Adição manual de ingredientes	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos utensílios e dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos utensílios e equipamentos
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação da	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização

			matéria-prima e/ou equipamentos, higiene precária dos operadores e higienização insuficiente dos utensílios e equipamentos		eficiente dos utensílios e equipamentos
9. Picagem de ingredientes	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços da produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos utensílios e dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos utensílios e equipamentos
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
10. Armazenamento intermédio/ balanceamento de caudal - tanque de balanço	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços da produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos e/ou por contaminação exterior, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa

11. Pasteurização	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
		Compostos formados do processamento	Reacções promovidas pelo calor entre os componentes da mistura	Potencial efeito cancerígeno	Controlo do binómio tempo-temperatura
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	Possível toxinfecção do consumidor	Garantir o correcto binómio tempo-temperatura (82°C durante 20s)
12. Arrefecimento	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	Possível toxinfecção do consumidor	Garantir a correcta temperatura (4°C)
13. Armazenagem de aromatização	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
14. Filtração	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos (verificação visual do filtro diária)
	Químico	Resíduos de detergentes e	Passagem insuficiente com água após limpeza dos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento

		desinfectantes	equipamentos		
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
15. Balanceamento de caudal - Tanque de balanço	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços da produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, filtração
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos e/ou por contaminação exterior, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
16. Pré-aquecimento	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e	Passagem insuficiente com água após limpeza dos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento

		desinfectantes	equipamentos		
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
17. Homogeneização	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
18. Pasteurização	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
		Compostos formados do processamento	Reacções promovidas pelo calor entre os componentes da mistura	Potencial efeito cancerígeno	Controlo do binómio tempo-temperatura
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	Possível toxinfecção do consumidor	Garantir o correcto binómio tempo-temperatura (82°C

					durante 20s)
	Alergéneo	Resíduos de alérgéneo	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
19. Pré-arrefecimento	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Alergéneo	Resíduos de alérgéneo	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
20. Arrefecimento	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	Possível toxinfecção do consumidor	Garantir a correcta temperatura (4°C)
	Alergéneo	Resíduos de alérgéneo	Contaminação alérgica por higienização insuficiente (ausência de rolhão)	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos (efectuar 2º rolhão nas misturas alérgicas)
21. Maturação (sala de maturadores)	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e	Passagem insuficiente com água após limpeza dos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento

		desinfectantes	equipamentos		
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, a temperaturas insuficientes e/ou incumprimento de prazo de validade, higienização insuficiente dos equipamentos,	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, controlo contínuo da temperatura (4°C) e do tempo de permanência da mistura (mín. 2h e máx. 72h)
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
22. Distribuição de mistura para entradas de congeladores (<i>cross-point</i>)	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente do equipamento
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos e/ou a temperaturas insuficientes, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, controlo contínuo da temperatura (4°C)
	Alergénico	Resíduos de alérgico	Contaminação alérgica por higienização insuficiente	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos

11. Análise dos perigos e identificação de PCC's

A probabilidade e a severidade traduzem a existência ou não de risco associado ao perigo. De acordo com a figura 58, estabelecemos as correlações de severidade e probabilidade que nos ajudam a prever se o perigo é ou não significativo.

No entanto, de modo a diminuir a subjectividade da análise, submetemos todos os perigos identificados à árvore de decisão (figura 59), tal como é estipulado pela Unilever.

Tabela 21: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão na sala de misturas.

Etapa	Perigo	Severidade	Probabilidade	Significativo	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC
1. Pesagem de pequenos ingredientes	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes nos utensílios	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
2. Adição manual de ingredientes (misturadores)	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
Transferência de ingredientes desde embalagens	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-
3. Mistura de ingredientes nos misturadores	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-
4. Recirculação	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-
5. Abastecimento do silo com leite em pó	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
6. Armazenamento de leite em pó no silo	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	S	S	-

	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Bolores	2	2	✓	S	N	N	-	-
7. Transporte de leite ou substituto do leite através do sistema semi-bulk	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Bolores	2	2	✓	S	N	N	-	-
8. Adição manual de ingredientes	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
9. Picagem de ingredientes	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
10. Armazenamento intermédio/ Balanceamento de caudal - Tanque de balanço	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
11. Pasteurização	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Compostos formados do processamento	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	S	-	-	PCC1
12. Arrefecimento	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	×	S	N	N	-	-
13. Armazenagem de aromatização	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	×	S	N	N	-	-
16. Filtragem	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	S	-	-	PCC2
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	×	S	N	N	-	-

17. Balanceamento de caudal - tanque de balanço	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
18. Pré-aquecimento	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
19. Homogeneização	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
20. Pasteurização	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Compostos formados do processamento	2	1	✗	S	N	S	N	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	S	-	-	PCC3
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	S	N	-
21. Pré-arrefecimento	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
22. Arrefecimento	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Resíduos de alérgéneo	3	1	✓	S	N	N	-	-
23. Maturação (sala de maturadores)	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-

24. Distribuição de mistura para entradas de congeladores (<i>cross-point</i>)	Resíduos de detergentes e desinfectantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	×	S	N	N	-	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfectantes	2	1	×	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	×	S	N	N	-	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-

12. Análise de PCC's

Tabela 22: Limites críticos, sistemas de monitorização, plano de acções correctivas e procedimentos de verificação para os PCC's identificados da sala de misturas.

PCC 1	Limite Crítico	Temperatura inferior a 82°C e tempo inferior a 20s
	Monitorização	Controlo automático da temperatura e do tempo com sistema de alerta
	Acção correctiva	Regular o equipamento para corrigir o binómio tempo-temperatura, chamar um técnico especializado, repetir a etapa (diversão de fluxo a 81,99°C)
	Verificação	Análise dos registos, auditorias internas e externas periódicas, verificação regular das sondas utilizadas na medição das temperaturas e dos sistemas de controlo de tempo e calibração
PCC 2	Limite Crítico	Danos físicos no filtro
	Monitorização	Controlo diário da integridade do filtro
	Acção correctiva	Retirar e substituir o filtro, chamar um técnico especializado, repetir a etapa
	Verificação	Análise dos registos, auditorias internas e externas periódicas, verificação regular do estado físico do filtro
PCC 3	Limite Crítico	Temperatura inferior a 82°C e tempo inferior a 20s
	Monitorização	Controlo automático da temperatura e do tempo com sistema de alerta
	Acção correctiva	Regular o equipamento para corrigir o binómio tempo-temperatura, chamar um técnico especializado, repetir a etapa (diversão de fluxo a 81,99°C)
	Verificação	Análise dos registos, auditorias internas e externas periódicas, verificação regular das sondas utilizadas na medição das temperaturas e dos sistemas de controlo de tempo e calibração

Apesar de considerar que existem três PCC's relativos a este processo, a empresa apenas considera dois, que são os pontos críticos das etapas de pasteurização. Os pontos de controlo são identificados e analisados pela equipa HACCP da fábrica e depois discutidos de acordo com as directrizes de HACCP específicas da Unilever. Assim sendo, a empresa assumiu que não era significativo existirem outros pontos críticos de controlo além das etapas de pasteurização, pois face ao histórico e à validação dos procedimentos de controlo não foram considerados mais riscos.

Linha W (Produto X e Y)

1. Programa de Pré-requisitos

De acordo com o documento específico da empresa (programa enumerado em anexo), que descreve o programa de pré-requisitos implementado.

2. Âmbito do estudo

Este estudo aplica-se na linha W, desde o cristalizador até aos tapetes de transporte de caixas para a paletização, incluindo as operações manuais de abastecimento de materiais à linha.

Exclui todas as operações de armazenamento, produção de misturas e processamento de retornos.

3. Descrição do produto

O produto tem o nome de X e Y, sendo elaborado na vertente cereja e avelã. É um gelado de leite em copo, com adição de cerejas no caso do produto X, e com adição de pedaços de avelã torrados no caso do produto Y.

4. Identificação do uso pretendido

Trata-se de um produto congelado que deve ser armazenado a -18°C e tem uma validade de 24 meses. Está pronto a consumir.

5. Descrição das matérias-primas

Este produto tem como material de embalagem primário, um copo de cartolina e uma tampa de cartolina. Como embalagem secundária um caixa de cartão canelado com fita adesiva para selar (*impulse*) ou caixa de cartão com design próprio (*multipack*) com selagem por cola. No interior da caixa de cartão canelado são colocados pentes de colheres de plástico.

Para o produto X a mistura é constituída por gelado de baunilha e xarope de cereja e o *topping* é constituído por cerejas. Para o produto Y a mistura é constituída por gelado de avelã, xarope *gianduja* e *topping* de pedaços de avelãs torradas.

A descrição detalhada das matérias-primas encontra-se no documento específico da empresa.

6. Controlo de receção

De acordo com as instruções operacionais da empresa.

7. Fluxograma

Fluxograma representado na figura 45.

8. Identificação dos perigos e análise de riscos

Tabela 23: Análise dos perigos e medidas preventivas de cada etapa, para a linha W.

Etapa	Tipo de Perigo	Agente Contaminante	Forma de Contaminação	Risco Identificado	Medidas preventivas
1. Abastecimento de copos de cartolina	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Manipulação higiénica dos materiais de embalagem, controlo e verificação da integridade dos espaços de produção
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação dos materiais de embalagem, higiene precária dos operadores	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica dos materiais de embalagem, higienização eficiente dos operados
2. Alimentação de copos de cartolina	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação microbiana do sopro de ar e contaminação microbiana devido à queda de condensados	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, filtro (0,01microns), prevenção da formação de condensados
3. Transporte em <i>holders</i>	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação microbiana devido à queda de condensados	Possível toxinfecção do consumidor	Prevenção da formação de condensados
4. Cristalização da mistura	Físico	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Fiscalização e manutenção dos equipamentos

	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos, higienização insuficiente dos equipamentos, contaminação do ar de overrun	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, controlo contínuo da temperatura (-6,5 a -5,5°C) filtro (0,01microns)
	Alergéneo*	Resíduos de alérgéneo	Contaminação alérgica por higienização insuficiente	Possível reacção de hipersensibilidade do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
5. Enchimento	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos e/ou devido à queda de condensados, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos, prevenção da formação de condensados
6. Abastecimento de cerejas ou de pedaços de avelã torrada	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, cumprimento das instruções operacionais desta etapa, manipulação higiénica das matérias-primas
	Biológico	Microorganismos patogénicos	Higiene precária dos manipuladores das cerejas ou da avelã torrada, contaminação microbiana devido à queda de	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, cumprimento das instruções operacionais desta etapa

			condensados		
7. Doseamento de cerejas ou de pedaços de avelã torrada	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Químico	Resíduos de detergentes e desinfectantes	Passagem insuficiente com água após limpeza dos equipamentos	Possível efeito adverso no consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação das cerejas ou da avelã torrada, deposição de matéria orgânica no interior dos equipamentos e/ou queda de condensados, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica das matérias-primas, higienização eficiente dos equipamentos, prevenção da formação de condensados
8. Abastecimento de tampas de cartolina	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à contaminação dos materiais de embalagem, higiene precária dos operadores	Possível toxinfecção do consumidor	Manipulação higiénica dos materiais de embalagem, higienização eficiente dos operados
9. Alimentação de tampas de cartolina	Físico	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	Manipulação incorrecta por parte do operador, deterioração dos equipamentos e dos espaços de produção	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Controlo e verificação da integridade dos espaços de produção, fiscalização e manutenção dos equipamentos, cumprimento das instruções operacionais desta etapa
	Biológico	Microrganismos patogénicos	Contaminação microbiana devido à queda de condensados	Possível toxinfecção do consumidor	Prevenção da formação de condensados

10. Calçamento de tampas de cartolina	Biológico	Microrganismos patogénicos	Crescimento microbiano devido à deposição de matéria gorda no equipamento, higienização insuficiente dos equipamentos	Possível toxinfecção do consumidor	Higienização eficiente dos equipamentos
11. Expulsão de produto	-	-	-	-	-
12. Endurecimento	Biológico	Microrganismos patogénicos	Sobrevivência de microrganismos patogénicos	Possível toxinfecção do consumidor	Garantir o correcto binómio tempo-temperatura (-40°C durante 36min)
13. Abastecimento c.c.c.	-	-	-	-	-
14. Embalagem c.c.c.	-	-	-	-	-
15. Fecho c.c.c.	-	-	-	-	-
16. Codificação	Biológico	Erro na data de validade	Deterioração do produto	Possível toxinfecção do consumidor	Verificação dos parâmetros de codificação
17. Detecção de metais	Físico	Presença de corpos estranhos metálicos	Deterioração dos equipamentos	Possíveis danos no tracto gastrointestinal do consumidor	Rejeição do produto contaminado, fiscalização e manutenção dos equipamentos
18. Transporte para paletização	-	-	-	-	-
19. Paletização	-	-	-	-	-
20. Armazenamento em câmara	-	-	-	-	-
21. Expedição	-	-	-	-	-

*Apenas para o produto X

9. Análise dos perigos e identificação de PCC's

A probabilidade e a severidade traduzem a existência ou não de risco associado ao perigo. De acordo com a figura 58, estabelecemos as correlações de severidade e probabilidade que nos ajudam a prever se o perigo é ou não significativo.

No entanto, de modo a diminuir a subjectividade da análise, submetemos todos os perigos identificados à árvore de decisão (figura 59), tal como é estipulado pela Unilever.

Tabela 24: Identificação dos perigos significativos tendo em conta a severidade e a probabilidade e identificação dos pontos críticos de controlo, como resposta às questões da árvore de decisão, para a linha W.

Etapa	Perigo	Severidade	Probabilidade	Significativo	Q1	Q2	Q3	Q4	PCC
1. Abastecimento de copos de cartolina	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha, fragmentos de vidro e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
2. Alimentação de copos de cartolina	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
3. Transporte em holders	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
4. Cristalização da mistura	Corpos estranhos como pedaços ou lascas de metal	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Resíduos de alérgeno	3	1	✓	S	N	N	-	-
5. Enchimento	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
6. Abastecimento de cerejas ou de pedaços de avelã torrada	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
7. Doseamento de cerejas ou de pedaços de avelã torrada	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Resíduos de detergentes e desinfetantes	2	1	✗	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
8. Abastecimento de tampas de cartolina	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
9. Alimentação de tampas de cartolina	Corpos estranhos tais como metais, plástico, borracha e madeira	3	1	✓	S	N	N	-	-
	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-
10. Calçamento de	Microrganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	S	S	-

tampas de cartolina									
12. Endurecimento	Microorganismos patogénicos	2	2	✓	S	N	N	-	-
16. Codificação	Erro na data de validade	2	1	✗	S	N	N	-	-
17. Detecção de metais	Presença de corpos estranhos metálicos	3	1	✓	S	S	-	-	PCC1

10. Análise de PCC's

Tabela 25: Limites críticos, sistemas de monitorização, plano de acções correctivas e procedimentos de verificação para os PCC's identificados para a linha W.

PCC1	Limite Crítico	Padrões mínimos de rejeição (específicos do programa): ferrosos $T \geq 2$, não-ferrosos $T \geq 2,5$ e aço inox $T \geq 3$.
	Monitorização	Calibração do equipamento duas vezes por cada turno
	Acção correctiva	Recolher o produto e analisar
	Verificação	Análise das etapas de produção e fiscalização dos equipamentos, auditorias internas e externas periódicas, verificação regular do equipamento de detecção e respectiva calibração

6. Ferramentas TPM

O TPM emprega várias ferramentas que auxiliam na gestão e manutenção da qualidade do processo de produção. Algumas das ferramentas referidas anteriormente serão abordadas de seguida, com excepção da OEE pois não é permitida a sua divulgação, devido a serem dados referentes à linha W e não referentes apenas à produção do produto X e Y

✖ Matrizes de Qualidade

A construção de uma matriz de qualidade permite a análise entre a ocorrência de um defeito e o local no processo onde esse defeito foi gerado, ou seja, consiste no levantamento dos locais do equipamento que poderão criar defeitos e o controlo desses pontos de modo a evitá-los. A matriz de qualidade visa a melhoria contínua e o alcance dos zero defeitos.

A construção de uma matriz da qualidade (figura 60) efectua-se em quatro etapas. Em primeiro lugar faz-se a análise das reclamações do consumidor e dos defeitos encontrados. De seguida, com a ajuda de uma equipa especializada, definem-se as etapas do processo responsáveis por cada defeito. Em terceiro lugar estipula-se a correlação entre defeito-máquina e criam-se pontos de controlo e medidas de inspecção e por fim, constrói-se a matriz de qualidade.

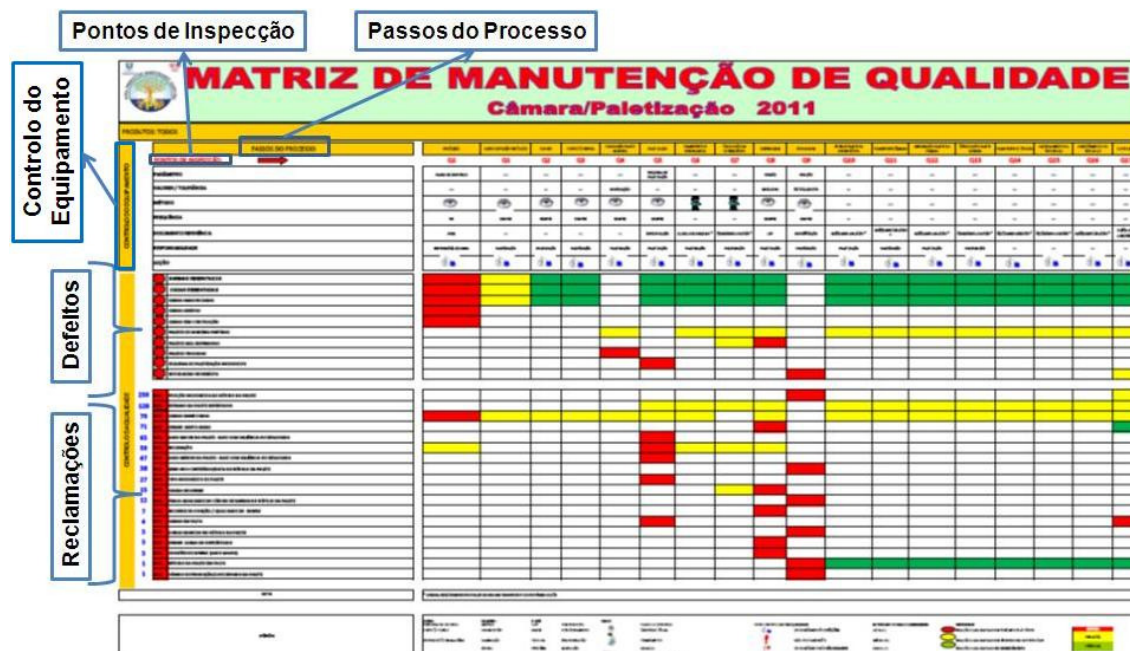


Figura 60: Exemplo ilustrativo da Matriz da Qualidade da Câmara/Paletização de 2011.

É necessário conhecer o processo, o equipamento, os defeitos e definir muito bem a correlação defeito-processo-equipamento. As cores (verde, amarelo e vermelho) são definidas tendo em conta a probabilidade de ocorrência do defeito nesse local do equipamento e a gravidade do defeito gerado.

Os pontos de inspecção são pontos para monitorização das condições do processo de modo a garantir os zero defeitos. Neste caso é necessário controlar todos os pontos, pois qualquer desvio irá dar origem a um defeito grave. Os parâmetros de inspecção são usualmente definidos por directrizes

específicas da empresa sobre o controlo do equipamento, sendo os operadores da câmara os responsáveis pelo seu cumprimento.

Na matriz da qualidade efectuada para o produto X e Y (figura 61), podemos ver a correlação dos defeitos com os passos do processo. Por exemplo, o defeito “quantidade de pedaços de topo” está directamente relacionado com o funcionamento da tremonha, como evidenciado na matriz. Já o defeito “tampa inclinada sem gelado visível” pode dever-se ao mau funcionamento quer do sistema de tampas, quer do calcador.

✦ Kaizens

A utilização das ferramentas TPM é direccionada para a resolução eficaz dos problemas. Quando existe um problema complexo, torna-se necessário formar uma equipa multidisciplinar para a análise do mesmo de modo a poder agir, corrigir e evitar que o mesmo problema continue a ocorrer. É neste contexto que se utiliza o *Kaizen* de 12 passos (figura 62).

Kaizen -

1. TEMA

2. EQUIPA

3. TIPO DE PERDA

4. RAZÕES PARA A ESCOLHA

5. OBJECTIVO

6. MASTERPLAN

7. DESCRIÇÃO DO PROCESSO E EQUIPAMENTO

8. ANÁLISE DA SITUAÇÃO

9. DESENHO DAS ACÇÕES

10. TIME TABLE

11. RESULTADOS

12. STANDARDIZAÇÃO

Figura 62: Layout de preenchimento de um *Kaizen* de 12 passos.

Os 12 passos a ser seguidos estão definidos de modo a melhorar a análise do problema e para que surjam dúvidas, ideias e propostas de melhoria ao longo da elaboração do *Kaizen*. Os mecanismos de acção deverão ser testados e no final deve existir uma garantia da melhoria e da resolução do problema. Um *Kaizen* de 12 passos é uma ferramenta extremamente útil para problemas mais elaborados, mas não é uma ferramenta imediata. É necessário despendar tempo e trabalho de equipa para a consolidação da resolução do problema e depois da melhoria efectiva.

Para problemas mais simples, utilizam-se outras ferramentas TPM como as lições ponto-a-

ponto (LPP) e as propostas de melhoria (PM).

As LPP consistem num documento que ensina um determinado procedimento, para que exista transmissão efectiva de conhecimentos e melhoria no modo de operar de todos os colaboradores. Já as PM, são documentos onde se propõe a mudança ou implementação de determinado equipamento, que visa a melhoria a nível de trabalho, eficiência e manutenção de determinado processo. Estas propostas devem ser analisadas, tendo em conta os seus benefícios efectivos em termos laborais e económicos para a fábrica.

Todas estas ferramentas visam a manutenção constante da qualidade, garantindo uma proximidade entre todos os colaboradores da empresa e uma multidisciplinaridade na abordagem de problemas. Deste modo a evolução faz-se de forma mais rápida e mais eficiente, garantindo também a produtividade e motivação de todos os colaboradores.

IV – Conclusões

A fábrica de gelados Olá, situada em Santa Iria da Azóia faz parte de uma empresa multinacional, a Unilever. Conta com mais de 300 colaboradores, produzindo para toda a Europa tendo em conta um sistema de gestão próprio, designado TPM.

O fabrico de gelados é um processo complexo de várias etapas, onde é necessário existir um controlo rigoroso de todos os parâmetros para a garantia da segurança e qualidade alimentar. A produção começa com a receção das matérias-primas e materiais de embalagem, seguindo-se o processamento da mistura (mistura de ingredientes, tratamento térmico e maturação). Aquando da mistura terminada, esta é enviada para os cristalizadores onde a temperatura desce até -5°C e é incorporado ar. Depois segue para a linha de produção onde se dá o enchimento (extrusão ou injeção), embalagem e endurecimento e por fim o produto é embalado em caixas de cartão canelado, paletizado e armazenado em câmaras a -25°C onde aguarda até ser expedido.

O desenvolvimento do produto X e Y foi realizado nos centros de excelência da Europa, tendo em conta o mercado Italiano. Toda a informação inerente ao produto (fórmula, embalagem, aspecto) é fornecida à equipa SUIT da fábrica Olá e o produto é ensaiado em linha, para se determinar a sua viabilidade em larga escala e se efectuarem as alterações necessárias, ou seja, ajustar os procedimentos às necessidades reais em linha. Apesar de a SUIT ter liberdade para alterar e melhorar o funcionamento da linha a nível tecnológico, não tem aval para realizar alterações quer na fórmula quer nos parâmetros do processamento, tornando o processo de desenvolvimento mais lento, centrado apenas nos centros de excelência da Europa e, por conseguinte, diminuindo a capacidade criativa da equipa SUIT da fábrica de Santa Iria da Azóia.

O produto X é um gelado de aroma a cereja e o produto Y de aroma a avelã, ambos com *topping*, no primeiro caso cerejas e no segundo pedaços de avelã torrada. São gelados de copo vendidos em *impulse* e *multipack* exclusivamente em Itália. A produção começa com a elaboração das misturas e xaropes, seguindo depois para os cristalizadores para se dar o batimento, cristalização (a -5,5°C) e incorporação de ar (*overrun* de 110%). A linha de produção é abastecida de materiais de embalagem e *topping*, inicia-se então o enchimento por um sistema de injeção formando os 6 flutes do produto e doseia-se o *topping* respectivo (cereja ou pedaços de avelã) na tremonha. O produto entra depois de selado no túnel de endurecimento (-40°C durante 36min) de onde sai em condições de ser embalado e enviado para a paletização e armazenamento.

Durante todo o processo de produção são controlados vários parâmetros, efectuando-se análises específicas que garantem a segurança e qualidade do produto.

As análises feitas durante o processo às misturas, xaropes e produto (peso, volume, teor de gordura e sólidos e prova sensorial) visam a manutenção da capacidade do processo e a garantia da qualidade do mesmo. As amostragens são feitas de acordo com especificações da Unilever e os resultados analisados imediatamente para, caso ocorra algum desvio, se possam tomar as medidas necessárias à sua correcção. Tanto no caso das misturas e xaropes como nos produtos, os resultados estão dentro dos limites e o processo garante a qualidade do produto final. Apesar de existirem oscilações nas medidas de capacidade do processo, nas análises de peso e volume, o

processo é considerado capaz pois esses desvios devem-se à adição de *topping* que não é controlado individualmente. A vantagem deste tipo de controlo em linha é a rápida correcção do erro directamente em produção, evitando deste modo as perdas e o desperdício. No entanto, é importante referir que, apesar de existirem instruções operacionais específicas para a análise de cada parâmetro, a forma como essas instruções são cumpridas pode variar de operador para operador. Por conseguinte, é importante controlar periodicamente o método de análise e optimizar, se necessário, o controlo de determinado parâmetro.

Efectuam-se também análises microbiológicas não só ao produto final, mas também às matérias-primas, misturas, xaropes e a locais específicos da linha de produção. Os resultados da pesquisa microbiológica são, no geral, negativos não existindo situações que coloquem em causa a segurança do consumidor. A abordagem da empresa para a manutenção da higiene em linha é de extrema importância pois garante que todos os procedimentos estão a ser cumpridos e que estão a ser eliminados e/ou minimizados, numa base constante, todos os perigos biológicos para o consumidor. Para que esta pesquisa e manutenção constante da higiene da produção seja eficaz, além da verificação do cumprimento de todas as instruções operacionais, é necessário efectuar um estudo e um controlo específico dos equipamentos, dos operadores e na produção com regularidade, para que se possam prevenir eventuais situações de risco. O plano de melhoria microbiológica existente deve ser mantido actualizado para que se garanta a viabilidade de todas as instruções operacionais e a segurança alimentar do produto.

O controlo metrológico e o controlo das temperaturas do produto final (tempo de permanência em câmara) são feitos para todos os produtos, de modo a garantir as especificações legais dos mesmos. Nesse âmbito, os resultados analisados confirmam que se cumprem todas as especificações. Estes parâmetros devem ser controlados e analisados cuidadosamente a cada novo produto, para a garantia do cumprimento legal mas também para a manutenção da qualidade dos novos produtos que entram no mercado.

Para a Unilever a excelência na qualidade é de primeira importância e o consumidor assume um papel principal em todo o processo de fabrico dos seus produtos. É com este imperativo que os CRQS são parâmetros controlados diariamente por um painel variado e multidisciplinar para garantir que o produto está de acordo com os *standards* de qualidade. Essas análises verificaram em produção alguns problemas na quantidade de cerejas no topo do gelado, para o produto X, sendo que foram tomadas medidas imediatas para eliminar o problema. Este tipo de análise faz a diferença, pois preocupa-se com as características do gelado que tem relevância para o consumidor. Este é um dos motivos pelo qual a marca “Coração” da Unilever é considerada das melhores a nível mundial.

O plano de HACCP implementado na fábrica Olá foi analisado e revisto para todo o processo inerente à produção do produto X e Y. Todos os pontos críticos de controlo se encontram amplamente monitorizados para que não ocorra risco para o consumidor. De acordo com a análise feita ao sistema HACCP, sugiro apenas que a etapa de filtração que ocorre na sala de misturas seja considerada um PCC, pois é o único local onde se exclui o perigo físico como pedaços de madeira, vidro, borrachas (com excepção dos metais). De qualquer modo, a integridade do filtro é controlada regularmente para garantir a segurança do processo sendo por este motivo, e de acordo com

especificações internas da Unilever, não considerado um PCC.

O sistema de gestão utilizado na fábrica Olá (o TPM) fornece ferramentas importantes para a evolução, melhoria e manutenção do processo de produção. Algumas dessas ferramentas abordadas anteriormente, como a matriz de qualidade, permitem uma análise rigorosa entre os defeitos encontrados nos produtos e as respectivas etapas de produção. Deste modo é possível propor melhorias para eliminar esses defeitos. Essas propostas, de acordo com o sistema TPM, podem ser feitas por qualquer colaborador, através de propostas de melhoria ou lições ponto-a-ponto. Este método de gestão permite a total interacção no processo produtivo, capacitando todos os profissionais a tomarem interesse nos problemas e a interagirem e colocarem ideias para a sua melhoria. Este tipo de aproximação fornece uma maior capacidade de evolução profissional, quer na optimização dos equipamentos e processos como na formação intelectual dos colaboradores.

Em suma, a produção do gelado X e Y é feita de acordo com todos as exigências por parte do consumidor, tendo em conta parâmetros específicos de qualidade e segurança e cumprindo todos os requisitos legais para este tipo de produto.

V - Bibliografia

- ✦ Adapa, S., Dingeldein, H., Schmidt, K.A., Herald, T. J., Rheological Properties of Ice Cream Mixes and Frozen Ice Creams containing Fat and Fat Replacers, *Journal of Dairy Science*, 2000, 83, pp. 2224-2229;
- ✦ Ahuja, I. P. S., Khamba, J. S., Total productive maintenance: literature review and directions, *International Journal of Quality & Reliability Managment*, 2008, 25(7), pp. 709-756;
- ✦ Ainsworth, P., Ibanoglu, S., Extrusion (Baking, Extrusion and Frying) in *Food Processing Handbook*, James G. Brennan (ed.), Wiley-VCH, 2006, pp. 251-269;
- ✦ ANIGA – Associação Nacional dos Industriais de Gelados Alimentar, Código de Boas Práticas de Higiene para a Produção de Gelados, Comissão técnica 77, 2008;
- ✦ Arboleya, J., Lasa, D., Olabarrieta, I., Martínez de Marañón, I., New Trends for Food Product Design in Functional Food Product Development, Jim Smith e Edward Charter (ed.), Blackwell Publishing, 2010, pp. 229-243;
- ✦ Arvanitoyannis, I., Kassaveti, A., HACCP and ISO 22000 – A Comparison of the Two Systems in HACCP and ISO 22000 Application to Foods of Animal Origin, Ioannis S. Arvanitoyannis (ed.), Wiley Blackwell, 2009, pp. 3-45;
- ✦ Berger, K. G., Ice Cream in Food Emulsions, K. Larsson e S. Friberg (ed.), Marcel Dekker, 1990, pp. 367-444;
- ✦ Bolliger, S., Goff, H. D., Tharp, B. W., Correlation between Properties of Ice Cream Mix and Ice Cream, *International Dairy Journal*, 2000, 10(4), pp. 303-309;
- ✦ Bylund, G., Ice cream in Dairy Processing Handbook, Tetra Pak, 1995^a, pp. 385-393;
- ✦ Bylund, G., Building-blocks of Dairy Processing in Dairy Processing Handbook, Tetra Pak, 1995^b, pp. 73-188;
- ✦ Bylund, G., Cleaning of Dairy Equipment in Dairy Processing Handbook, Tetra Pak, 1995^c, pp. 403-413;
- ✦ Clarke, C. (ed.), The Story of Ice Cream in The Science of Ice Cream, 2004^a, RSC, pp. 1-12;
- ✦ Clarke, C. (ed.), Colloidal Dispersions, Freezing and Rheology in The Science of Ice Cream, 2004^b, RSC, pp. 13-37;
- ✦ Clarke, C. (ed.), Ice Cream Ingredients in The Science of Ice Cream, RSC, 2004^c, pp. 38-59;
- ✦ Clarke, C. (ed.), Making Ice Cream in the Factory in The Science of Ice Cream, RSC, 2004^d, pp. 60-83;
- ✦ Clarke, C. (ed.), Product Assembly in the Factory in The Science of Ice Cream, RSC, 2004^e, pp. 84-103;
- ✦ Clarke, C. (ed.), Measuring Ice Cream in the Factory in The Science of Ice Cream, RSC, 2004^f, pp. 104-134;
- ✦ Clute, M., Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) Program in Food Industry Quality Control Systems, CRC Press, 2009, pp.39-98 ;
- ✦ Codex Alimentarius Commission Recommended (CAC), International Code of Practice: General Principles of Food Hygiene, CAC/RCP, 2003, 4, pp.1-1969;

- ✦ Damerow, G., The Evolution of Ice Cream in Ice Cream! The Whole Scoop, Glenbridg Publishers, 1995, pp. xv;
- ✦ Duarte, P., Gestão da Qualidade Alimentar I: O Sistema de HACCP, Apontamentos da disciplina de Projecto em Indústrias Agro-Alimentares do Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar – ramo Qualidade Alimentar, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, 2011;
- ✦ FAO/WHO– Food Standards Programme Codex Alimentarius Comission, Codex Alimentarius Food Hygiene Basic Texts, 2nd ed., 1999;
- ✦ FQA, Formação Qualidade e Auditoria Agro-Alimentar, Lda, Manual de Formação HACCP, Projecto AGRO DE&D nº 44, 2002;
- ✦ Goff, H. D., Colloidal Aspects of Ice Cream – A Review, International Dairy Journal, 1997, 7, pp. 363-373;
- ✦ Goff, H. D., Formation and Stabilisation of Structure in Ice Cream and related Products, Colloid & Interface Science, 2002, 7(5-6), pp. 432-437;
- ✦ Goff, H. D., Quality and Safety of Frozen Dairy Products in Handbook of Frozen Food Processing and Packaging – Part III: Quality and Safety of Frozen Foods, Dan-Wen Sun (ed.), CRC, 2006, pp. 441-457;
- ✦ Hobbs, J., Consumer Demand for Traceability, International Agricultural Trade Research Consortium Annual Meeting, 2002, pp.1-24;
- ✦ Inside Unilever, 2012^a,
<http://inside.unilever.com/AboutUnilever/OurBusiness/Pages/Companyhistory.aspx> (hiperligação consultada a dia 8 de Maio de 2012);
- ✦ Inside Unilever, 2012^b,
<http://inside.unilever.com/AboutUnilever/OurBusiness/Pages/Compassstrategy.aspx> (hiperligação consultada a dia 8 de Maio de 2012);
- ✦ Ishii, H., Early Management in TPM in Process Industries, Tokutarō (ed.), CRC Press, 1994, pp.199-234;
- ✦ Jiménez-Flores, R., Klipfel, N., Tobias, J., Ice Cream and Frozen Desserts in Dairy Science and Technology Handbook Vol1: Principles and Properties, Y. H. Hui (ed.), 1993, Wiley-VCH, pp. 57-159;
- ✦ Kilara, A., Chandan, R., Ice Cream and Frozen Desserts in Dairy Processing & Quality Assurance, Ramesh C. Chandan, Arun Kilara e Nagendra P. Shah (ed.), Blackwell Publishing, 2008, pp. 357-386;
- ✦ Krochta, J., Introduction to Frozen Food Packaging in Handbook of Frozen Food Processing and Packaging - Part V: Packaging of Frozen Foods, Dan-Wen Sun (ed.) CRC, 2006, pp. 615-640;
- ✦ Lawley, R., Curtis, L., Davis, J., Introduction in The Food Safety Hazard Guidebook, RSC Publishing, 2008^a, pp. 1-6;
- ✦ Lawley, R., Curtis, L., Davis, J., Biological Hazards in The Food Safety Hazards Guidebook, RSC Publishing, 2008^b, pp.9-106;
- ✦ Lawley, R., Curtis, L., Davis, J., Quimical Hazards in The Food Safety Hazards Guidebook, RSC Publishing, 2008^c, pp. 179-252 e 279-345;
- ✦ Lebail, A., Goff, H. D., Freezing of Bakery and Dessert Products in Frozen Food Science and Technology, Judith A. Evans (ed.), Blackwell Publishing, 2008, pp. 184-204;

- ✦ Majoor, F. A., Cleaning in Place in Hygiene in Food Processing, H. L. M. Lelieveld, M. A. Mostert, J. Holah e B. White (ed.), CRC Press, 2003, pp. 208-230;
- ✦ Miller-Livney, T., Hartel, R. W., Ice Recrystallization in Ice Cream: Interactions between Sweeteners and Stabilizers, *Journal of Dairy Science*, 1997, 80(3), pp. 447-456;
- ✦ Mortimore, S., Wallace, C., Introduction to HACCP in Food Industry Briefing Series: HACCP, Christos Cassianos (ed.), Blackwell Science, 2001, pp.1-14 ;
- ✦ Muse, M. R., Hartel, R. W., Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness, *Journal of Dairy Science*, 2003, 87(1), pp. 1-10;
- ✦ Nakazato, K., Seminário internacional – Curso de formação de facilitadores TPM, International Seminars on Advanced Technology, Japan Institute of Plant Maintenance, 1998;
- ✦ Nichols, S. D., Sanderson, K., The Nomenclature, Structure and Properties of Food Lipids in Chemical and Functional Properties of Food Lipids, Zdzislaw E. Sikorski e Anna Kolakowska (ed.), CRC Press, 2003;
- ✦ Notermans, S., Barendsz, A. W., Rombouts, F., The evolution of microbiological risk assessment in food production in Microbiological Risk Assessment in Food Processing, M. Brown e M. Stringer (ed.), Woodhead Publishing, 2002, pp. 5-44 ;
- ✦ North, M., Lovatt, S., Freezing Methods and Equipment in Handbook of Frozen Food Processing and Packaging – Part II: Facilities for the Cold Chain, Dan-Wen Sun (ed.), CRC, 2006, pp. 199-210;
- ✦ NP EN ISO 9001:2008, Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos, Instituto Português da Qualidade, 2008;
- ✦ NP EN ISO 14001:2004, Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos e limites de orientação para a sua utilização, Instituto Português da Qualidade, 2004;
- ✦ Oakland, J., Variables and Process Variation in Statistical Process Control, 6th ed., Elsevier, 2008^a, pp. 83-102;
- ✦ Oakland, J., Process Capability for Variables and its Measurement in Statistical Process Control, 6th ed., Elsevier, 2008^b, pp. 257-273;
- ✦ Ogden, L. V., Sensory Evaluation of Dairy Products in Dairy Science and Technology Handbook Vol1: Principles and Properties, Y. H. Hui (ed.), 1993, Wiley-VCH, pp. 214-229;
- ✦ OHSAS 18001:1999, Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional – Especificação para avaliação de segurança e saúde no trabalho, Instituto Português da Qualidade, 1999;
- ✦ Panozzo, G., Frozen Food Transport in Frozen Food Science and Technology, Judith A. Evans (ed.), Blackwell Publishing, 2008, pp. 276-302;
- ✦ Pardo, J. M., Niranjana, K., Freezing in Food Processing Handbook, James G. Brennan (ed.), Wiley-VCH, 2006, pp. 125-145;
- ✦ Pearson, A., Specifying and Selecting Refrigeration and Freezer Plant in Frozen Food Science and Technology, Judith A. Evans (ed.), Blackwell Publishing, 2008, pp. 81-100;
- ✦ Portaria nº1198/91 do Ministério da Indústria e Energia de 18 de Dezembro de 1991 relativo ao regulamento do controlo metrológico das quantidades dos produtos pré-embalados, Diário da República – I Série B, nº 291, pp.6681-6684;

- ✦ Pray, L., Yaktine, A., Introduction in Managing Food Safety Practices – From farm to table, The National Academic Press, 2009 pp. 3-14 ;
- ✦ Regulamento (CE) nº1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro de 2007 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios, Jornal Oficial da União Europeia, L322/12-29;
- ✦ Robert, T. M., Goff, H. D., Hartel, R. W., The Ice Cream Industry in Ice Cream, 6th ed., Klumer Academic/Plenum Publishers, 2003, pp. 1-10;
- ✦ Roberts, C. A., An Overview of Food Safety in The Food Safety Information Handbook, Oryx Press, 2001 pp. 3-35;
- ✦ Roberts, J., Total productive maintenance (TPM), The Technology Interface, 1997;
- ✦ Russel, A. B., Cheney, P. E., Wantling, S. D., Influence of freezing conditions on ice crystallization in ice cream; Journal of Food Engineering, 1999, 39(2), pp. 179-191;
- ✦ Straus, T., The new product success equation: bulding success into the new product development process (a. k. a. an objective-based product development process) in An Integrated Approach to New Food Product Development, Howard R. Moskowitz, I. Sam Saguy e Tim Straus (ed.), CRC Press, 2009, pp. 3-24;
- ✦ Sofjan, R. P., Hartel, R. W., Effects of Overrun on Structural and Physical Characteristics of Ice Cream, International Dairy Journal, 2004, 14(3), pp. 255-262;
- ✦ Tanner, D., Amos, N., Paper and Card Packaging of Frozen Foods in Handbook of Frozen Food Processing and Packaging - Part V: Packaging of Frozen Foods, Dan-Wen Sun (ed.), CRC, 2006, pp. 653-665;
- ✦ Toops, D., How did the food industry get (from there) to here? in Accelerating New Food Product Design and Development, Jacqueline H. Beckley, M. Michele Foley, Elizabeth J-Topp, J. C. Huang e Witoon Prinyawiwatkul (ed.), Blackwell Publishing, 2007, pp. 7-26;
- ✦ Unilever, Ice Cream Good Manufacturing Practice, 4th ed., 2006;
- ✦ Unilever, 2012, <http://www.unilever.com/aboutus/ourhistory/> (hiperligação consultada a dia 8 de Maio de 2012);
- ✦ Unilever Jerónimo Martins, 2012, <http://www.unilever-jm.com/aboutus/ourhistory/> (hiperligação consultada a 8 de Maio de 2012);
- ✦ Vasavada, P. C., Cousin, M. A., Dairy Microbiology and Safety in Dairy Science and Technology Handbook Vol2: Product Manufacturing, Y. H. Hui (ed.), Wiley-VCH, 1993, pp.301-426;
- ✦ Venkatesh, J., An Introduction to total productive maintenance (TPM), The Plant Maintenance Resource Center, 2005, pp. 1-18;
- ✦ WCB Ice Cream, 2012, <http://www.wcbicecream.dk/WS-Freezer.asp?sideid=26&zcs=3> (hiperligação consultada a dia 10 de Maio de 2012);
- ✦ Wesselingh, J. A., Kiil, S., Vigild, M. E., Design and Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products, John Wiley & Sons, 2007;
- ✦ Zwienten, R., Unilever Procedure for Consumer, Shopper & Customer Relevant Quality Assessments, Unilever, 2011.

VI - Anexos

Overrun

Tabela 26: Tabela de pesos de 1L de gelado para diferentes *overruns*.

OV (%)	Peso (g)	OV (%)	Peso (g)	OV (%)	Peso (g)	OV (%)	Peso (g)
0	1100	40	786	80	611	120	500
1	1089	41	780	81	608	121	498
2	1078	42	775	82	604	122	495
3	1068	43	769	83	601	123	493
4	1058	44	764	84	598	124	491
5	1048	45	759	85	595	125	489
6	1038	46	753	86	591	126	487
7	1028	47	748	87	588	127	485
8	1019	48	743	88	585	128	482
9	1009	49	738	89	582	129	480
10	1000	50	733	90	579	130	478
11	991	51	728	91	576	131	476
12	982	52	724	92	573	132	474
13	973	53	719	93	570	133	472
14	965	54	714	94	567	134	470
15	957	55	710	95	564	135	468
16	948	56	705	96	561	136	466
17	940	57	701	97	558	137	464
18	932	58	696	98	556	138	462
19	924	59	692	99	553	139	460
20	917	60	688	100	550	140	458
21	909	61	683	101	547	141	456
22	902	62	679	102	545	142	455
23	894	63	675	103	542	143	453
24	887	64	671	104	539	144	451
25	880	65	667	105	537	145	449
26	873	66	663	106	534	146	447
27	866	67	659	107	531	147	445
28	859	68	655	108	529	148	444
29	853	69	651	109	526	149	442
30	846	70	647	110	524	150	440
31	840	71	643	111	521	151	438
32	833	72	640	112	519	152	437
33	827	73	636	113	516	153	435
34	821	74	632	114	514	154	433
35	815	75	629	115	512	155	431
36	809	76	625	116	509	156	430
37	803	77	621	117	507	157	428
38	797	78	618	118	505	158	426
39	791	79	615	119	502	159	425

Fórmulas Matemáticas

✧ Média aritmética

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (\text{fórmula 7})$$

μ – média aritmética

n – número de amostras

a_i – valores da amostra

✧ Desvio padrão

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \mu)^2} \quad (\text{fórmula 8})$$

σ – desvio padrão

n – número de amostras

a_i – valores da amostra

μ – média aritmética

✧ Coeficiente de variação

$$c_v = \frac{\sigma}{\mu} \quad (\text{fórmula 9})$$

c_v – coeficiente de variação

σ – desvio padrão

μ – média aritmética

✧ Índice de capacidade do processo

$$cp = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (\text{fórmula 10})$$

cp – capacidade do processo

LSE – limite superior estimado

LIE – limite inferior estimado

σ – desvio padrão

$$cpk \left(\frac{LSE - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LIE}{3\sigma} \right) \quad (\text{fórmula 11})$$

cpk – capacidade do processo

LSE – limite superior estimado

LIE – limite inferior estimado

μ – média aritmética

σ – desvio padrão

7,2	7,3
7,4	7,4
7,3	7,4
7,3	7,4
7,2	7,3
7,3	7,3
7,3	7,4

Tabela 29: Resultados das pesagens do ensaio metrológico do produto X.

Nº Leituras	1º ensaio			2º ensaio		
	Peso Bruto (g)	Tara (g)	Peso Líquido (g)	Peso Bruto (g)	Tara (g)	Peso Líquido (g)
1	104,4	7,29	97,1	101,4	7,37	94,0
2	107,9	7,29	100,6	100,4	7,37	93,0
3	109,5	7,29	102,2	100,9	7,37	93,5
4	102,0	7,29	94,7	103,7	7,37	96,3
5	110,9	7,29	103,6	102,9	7,37	95,5
6	101,2	7,29	93,9	101,5	7,37	94,1
7	101,8	7,29	94,5	106,9	7,37	99,5
8	103,1	7,29	95,8	98,1	7,37	90,7
9	98,1	7,29	90,8	101,3	7,37	93,9
10	96,0	7,29	88,7	99,1	7,37	91,7
11	99,0	7,29	91,7	97,8	7,37	90,4
12	99,5	7,29	92,2	100,0	7,37	92,6
13	99,4	7,29	92,1	98,2	7,37	90,8
14	99,7	7,29	92,4	105,1	7,37	97,7
15	112,7	7,29	105,4	99,1	7,37	91,7
16	107,0	7,29	99,7	101,8	7,37	94,4
17	109,0	7,29	101,7	97,7	7,37	90,3
18	103,2	7,29	95,9	100,5	7,37	93,1
19	103,1	7,29	95,8	101,4	7,37	94,0
20	99,5	7,29	92,2	103,9	7,37	96,5
21	99,6	7,29	92,3	98,5	7,37	91,1
22	101,9	7,29	94,6	104,5	7,37	97,1
23	110,3	7,29	103,0	100,7	7,37	93,3
24	103,5	7,29	96,2	104,7	7,37	97,3
25	102,6	7,29	95,3	98,2	7,37	90,8
26	102,9	7,29	95,6	98,2	7,37	90,8
27	100,7	7,29	93,4	98,3	7,37	90,9
28	100,6	7,29	93,3	101,9	7,37	94,5
29	106,2	7,29	98,9	99,5	7,37	92,1
30	98,1	7,29	90,8	104,2	7,37	96,8
31	101,9	7,29	94,6	103,7	7,37	96,3
32	102,0	7,29	94,7	99,9	7,37	92,5
33	101,2	7,29	93,9	102,4	7,37	95,0

34	103,9	7,29	96,6	99,9	7,37	92,5
35	100,5	7,29	93,2	99,6	7,37	92,2
36	111,8	7,29	104,5	103,8	7,37	96,4
37	100,5	7,29	93,2	106,5	7,37	99,1
38	107,5	7,29	100,2	99,9	7,37	92,5
39	104,3	7,29	97,0	108,8	7,37	101,4
40	104,0	7,29	96,7	104,9	7,37	97,5
41	103,0	7,29	95,7	105,7	7,37	98,3
42	102,0	7,29	94,7	102,6	7,37	95,2
43	101,7	7,29	94,4	100,8	7,37	93,4
44	106,2	7,29	98,9	101,9	7,37	94,5
45	104,7	7,29	97,4	99,5	7,37	92,1
46	106,0	7,29	98,7	98,8	7,37	91,4
47	102,7	7,29	95,4	104,0	7,37	96,6
48	104,6	7,29	97,3	103,9	7,37	96,5
49	108,7	7,29	101,4	99,8	7,37	92,4
50	106,2	7,29	98,9	101,5	7,37	94,1
51	104,4	7,29	97,1	102,0	7,37	94,6
52	105,9	7,29	98,6	100,1	7,37	92,7
53	96,0	7,29	88,7	97,0	7,37	89,6
54	99,7	7,29	92,4	103,7	7,37	96,3
55	100,8	7,29	93,5	100,3	7,37	92,9
56	105,8	7,29	98,5	95,5	7,37	88,1
57	100,8	7,29	93,5	105,1	7,37	97,7
58	100,4	7,29	93,1	98,5	7,37	91,1
59	101,6	7,29	94,3	97,0	7,37	89,6
60	101,7	7,29	94,4	102,0	7,37	94,6
61	102,3	7,29	95,0	95,4	7,37	88,0
62	101,4	7,29	94,1	99,9	7,37	92,5
63	99,8	7,29	92,5	103,3	7,37	95,9
64	93,9	7,29	86,6	100,9	7,37	93,5
65	106,2	7,29	98,9	102,5	7,37	95,1
66	104,4	7,29	97,1	103,3	7,37	95,9
67	104,9	7,29	97,6	89,3	7,37	81,9
68	97,6	7,29	90,3	98,3	7,37	90,9
69	102,9	7,29	95,6	103,4	7,37	96,0
70	100,3	7,29	93,0	104,5	7,37	97,1
71	96,9	7,29	89,6	101,9	7,37	94,5
72	101,2	7,29	93,9	106,4	7,37	99,0
73	102,0	7,29	94,7	99,0	7,37	91,6
74	102,6	7,29	95,3	104,2	7,37	96,8
75	99,7	7,29	92,4	101,7	7,37	94,3
76	101,4	7,29	94,1	103,8	7,37	96,4
77	98,4	7,29	91,1	102,8	7,37	95,4

78	99,1	7,29	91,8	100,7	7,37	93,3
79	96,0	7,29	88,7	102,9	7,37	95,5
80	103,9	7,29	96,6	100,9	7,37	93,5
81	105,3	7,29	98,0	104,3	7,37	96,9
82	99,5	7,29	92,2	102,9	7,37	95,5
83	102,2	7,29	94,9	103,6	7,37	96,2
84	99,8	7,29	92,5	98,2	7,37	90,8
85	94,1	7,29	86,8	97,7	7,37	90,3
86	101,4	7,29	94,1	102,7	7,37	95,3
87	107,5	7,29	100,2	98,8	7,37	91,4
88	104,6	7,29	97,3	96,8	7,37	89,4
89	105,7	7,29	98,4	100,3	7,37	92,9
90	103,9	7,29	96,6	105,6	7,37	98,2
91	102,5	7,29	95,2	94,2	7,37	86,8
92	105,1	7,29	97,8	101,9	7,37	94,5
93	99,9	7,29	92,6	102,3	7,37	94,9
94	93,5	7,29	86,2	101,9	7,37	94,5
95	104,5	7,29	97,2	105,2	7,37	97,8
96	101,6	7,29	94,3	105,5	7,37	98,1
97	100,5	7,29	93,2	101,2	7,37	93,8
98	107,5	7,29	100,2	102,3	7,37	94,9
99	104,3	7,29	97,0	103,1	7,37	95,7
100	98,5	7,29	91,2	103,3	7,37	95,9
101	102,9	7,29	95,6	102,6	7,37	95,2
102	103,6	7,29	96,3	110,6	7,37	103,2
103	102,2	7,29	94,9	100,5	7,37	93,1
104	105,0	7,29	97,7	104,2	7,37	96,8
105	99,7	7,29	92,4	110,3	7,37	102,9
106	102,0	7,29	94,7	107,3	7,37	99,9
107	111,5	7,29	104,2	104,9	7,37	97,5
108	102,1	7,29	94,8	103,9	7,37	96,5
109	105,5	7,29	98,2	104,4	7,37	97,0
110	103,4	7,29	96,1	103,4	7,37	96,0
111	103,3	7,29	96,0	100,6	7,37	93,2
112	100,1	7,29	92,8	97,4	7,37	90,0
113	104,4	7,29	97,1	101,9	7,37	94,5
114	103,5	7,29	96,2	106,6	7,37	99,2
115	100,3	7,29	93,0	104,5	7,37	97,1
116	102,1	7,29	94,8	98,7	7,37	91,3
117	100,9	7,29	93,6	110,2	7,37	102,8
118	99,4	7,29	92,1	98,1	7,37	90,7
119	99,5	7,29	92,2	105,1	7,37	97,7
120	102,5	7,29	95,2	99,5	7,37	92,1
121	97,0	7,29	89,7	109,3	7,37	101,9
122	103,3	7,29	96,0	107,3	7,37	99,9

123	95,1	7,29	87,8	104,0	7,37	96,6
124	100,0	7,29	92,7	104,2	7,37	96,8
125	101,7	7,29	94,4	100,7	7,37	93,3

Tabela 30: Resultados do controlo simples metroológico para o produto X.

	1º ensaio	2º ensaio
Qn	90	
μ	95,1	94,5
σ	3,6	3,3
Maior valor líquido	105,4	103,2
Menor valor líquido	86,2	81,9
Maior variação, P. líquido/Qn	15,4	13,2
Menor variação, P. líquido/Qn	-3,8	-8,1
Nº de unidades defeituosas	0	1
Nº total de amostras	125	
K	0,234	
$Qn - K \times \sigma$	89	89

Legenda: μ – Média; σ – Desvio padrão; Qn – Valor nominal; k – constante.

Tabela 31: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 1) para produto X.

Peso (g)	Frequência	% Cumulativa
87	3	2,4
88	1	0,8
89	3	2,4
90	2	1,6
91	3	2,4
92	4	3,2
93	16	12,8
94	14	11,2
95	20	16
96	13	10,4
97	10	8
98	13	10,4
99	10	8
100	1	0,8
101	4	3,2
102	2	1,6
103	1	0,8
104	2	1,6
105	2	1,6
106	1	0,8

Tabela 32: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 2) para produto X.

Peso (g)	Frequência	% Cumulativa
82	1	0,8
87	1	0,8
89	2	1,6
90	3	2,4
91	12	9,6
92	8	6,4
93	13	10,4
94	13	10,4
95	16	12,8
96	13	10,4
97	18	14,4
98	11	8,8
99	3	2,4
100	6	4,8
101	0	0
102	2	1,6
103	2	1,6
104	1	0,8

Produto Y

Tabela 33: Tara de 10 amostras de tampas e fundos para o produto Y.

1º ensaio	2º ensaio
Tara (g)	
7,4	7,3
7,4	7,3
7,4	7,4
7,5	7,3
7,4	7,3
7,4	7,3
7,5	7,4
7,4	7,3
7,4	7,4
7,4	7,3

Tabela 34: Resultados das pesagens do ensaio metrológico do produto Y.

Nº Leituras	1º ensaio			2º ensaio		
	Peso Bruto (g)	Tara (g)	Peso Líquido (g)	Peso Bruto (g)	Tara (g)	Peso Líquido (g)
1	93,8	7,42	86,4	92,8	7,33	85,5
2	96,9	7,42	89,5	96,7	7,33	89,4
3	94,9	7,42	87,5	96,1	7,33	88,8
4	97,0	7,42	89,6	92,2	7,33	84,9
5	95,3	7,42	87,9	98,0	7,33	90,7

6	97,7	7,42	90,3	95,9	7,33	88,6
7	95,8	7,42	88,4	92,0	7,33	84,7
8	97,4	7,42	90,0	97,4	7,33	90,1
9	97,1	7,42	89,7	96,4	7,33	89,1
10	96,5	7,42	89,1	100,4	7,33	93,1
11	94,6	7,42	87,2	96,9	7,33	89,6
12	95,4	7,42	88,0	91,3	7,33	84,0
13	93,1	7,42	85,7	95,1	7,33	87,8
14	95,0	7,42	87,6	96,9	7,33	89,6
15	101,1	7,42	93,7	91,4	7,33	84,1
16	95,9	7,42	88,5	97,1	7,33	89,8
17	95,5	7,42	88,1	96,4	7,33	89,1
18	95,9	7,42	88,5	95,3	7,33	88,0
19	96,1	7,42	88,7	95,5	7,33	88,2
20	96,2	7,42	88,8	96,4	7,33	89,1
21	94,7	7,42	87,3	100,3	7,33	93,0
22	97,9	7,42	90,5	96,6	7,33	89,3
23	94,9	7,42	87,5	98,9	7,33	91,6
24	93,2	7,42	85,8	100,8	7,33	93,5
25	99,6	7,42	92,2	96,6	7,33	89,3
26	94,6	7,42	87,2	95,4	7,33	88,1
27	94,4	7,42	87,0	98,1	7,33	90,8
28	95,3	7,42	87,9	100,7	7,33	93,4
29	92,1	7,42	84,7	92,2	7,33	84,9
30	98,5	7,42	91,1	98,0	7,33	90,7
31	95,8	7,42	88,4	93,4	7,33	86,1
32	97,5	7,42	90,1	100,0	7,33	92,7
33	100,6	7,42	93,2	99,7	7,33	92,4
34	96,2	7,42	88,8	98,3	7,33	91,0
35	94,5	7,42	87,1	94,2	7,33	86,9
36	97,3	7,42	89,9	93,6	7,33	86,3
37	95,9	7,42	88,5	93,9	7,33	86,6
38	95,5	7,42	88,1	98,1	7,33	90,8
39	95,4	7,42	88,0	99,3	7,33	92,0
40	96,3	7,42	88,9	93,5	7,33	86,2
41	96,2	7,42	88,8	92,1	7,33	84,8
42	94,7	7,42	87,3	97,8	7,33	90,5
43	93,1	7,42	85,7	92,8	7,33	85,5
44	95,9	7,42	88,5	93,8	7,33	86,5
45	95,3	7,42	87,9	97,7	7,33	90,4
46	97,5	7,42	90,1	97,9	7,33	90,6
47	93,7	7,42	86,3	95,4	7,33	88,1
48	96,9	7,42	89,5	95,4	7,33	88,1
49	96,7	7,42	89,3	99,8	7,33	92,5

50	93,9	7,42	86,5	96,9	7,33	89,6
51	94,6	7,42	87,2	94,6	7,33	87,3
52	100,6	7,42	93,2	91,0	7,33	83,7
53	94,1	7,42	86,7	95,7	7,33	88,4
54	93,7	7,42	86,3	93,2	7,33	85,9
55	96,2	7,42	88,8	95,1	7,33	87,8
56	103,3	7,42	95,9	92,0	7,33	84,7
57	87,9	7,42	80,5	91,1	7,33	83,8
58	97,0	7,42	89,6	95,6	7,33	88,3
59	92,7	7,42	85,3	91,2	7,33	83,9
60	99,2	7,42	91,8	92,9	7,33	85,6
61	84,1	7,42	76,7	90,9	7,33	83,6
62	101,2	7,42	93,8	93,7	7,33	86,4
63	96,0	7,42	88,6	92,4	7,33	85,1
64	96,7	7,42	89,3	96,3	7,33	89,0
65	92,5	7,42	85,1	97,3	7,33	90,0
66	86,8	7,42	79,4	93,6	7,33	86,3
67	94,7	7,42	87,3	97,7	7,33	90,4
68	93,4	7,42	86,0	97,9	7,33	90,6
69	87,5	7,42	80,1	91,1	7,33	83,8
70	102,1	7,42	94,7	97,6	7,33	90,3
71	95,0	7,42	87,6	96,7	7,33	89,4
72	102,6	7,42	95,2	90,7	7,33	83,4
73	101,4	7,42	94,0	96,0	7,33	88,7
74	95,1	7,42	87,7	95,3	7,33	88,0
75	97,5	7,42	90,1	96,6	7,33	89,3
76	97,4	7,42	90,0	93,1	7,33	85,8
77	96,5	7,42	89,1	98,1	7,33	90,8
78	95,6	7,42	88,2	93,7	7,33	86,4
79	94,6	7,42	87,2	97,0	7,33	89,7
80	95,9	7,42	88,5	95,4	7,33	88,1
81	96,1	7,42	88,7	92,6	7,33	85,3
82	95,8	7,42	88,4	92,6	7,33	85,3
83	96,1	7,42	88,7	99,3	7,33	92,0
84	96,2	7,42	88,8	95	7,33	87,7
85	98,4	7,42	91,0	95,9	7,33	88,6
86	97,9	7,42	90,5	98,8	7,33	91,5
87	93,7	7,42	86,3	97,6	7,33	90,3
88	99,9	7,42	92,5	94,4	7,33	87,1
89	97,6	7,42	90,2	94,4	7,33	87,1
90	94,8	7,42	87,4	93,2	7,33	85,9
91	98	7,42	90,6	98	7,33	90,7
92	96	7,42	88,6	97,5	7,33	90,2
93	93,9	7,42	86,5	92,9	7,33	85,6
94	96,4	7,42	89,0	99,4	7,33	92,1

95	100,2	7,42	92,8	100,6	7,33	93,3
96	99,3	7,42	91,9	95,2	7,33	87,9
97	99,7	7,42	92,3	93,4	7,33	86,1
98	92,8	7,42	85,4	91,7	7,33	84,4
99	94,8	7,42	87,4	93,7	7,33	86,4
100	93,7	7,42	86,3	94,7	7,33	87,4
101	94,4	7,42	87,0	98,3	7,33	91,0
102	93,2	7,42	85,8	94,1	7,33	86,8
103	91,1	7,42	83,7	98,0	7,33	90,7
104	96,0	7,42	88,6	91,0	7,33	83,7
105	93,5	7,42	86,1	93,4	7,33	86,1
106	93,5	7,42	86,1	97,0	7,33	89,7
107	97,4	7,42	90,0	100,1	7,33	92,8
108	95,4	7,42	88,0	98,0	7,33	90,7
109	93,2	7,42	85,8	94,0	7,33	86,7
110	98,2	7,42	90,8	97,3	7,33	90,0
111	90,8	7,42	83,4	96,6	7,33	89,3
112	96,6	7,42	89,2	97,2	7,33	89,9
113	91,4	7,42	84,0	92,3	7,33	85,0
114	92,0	7,42	84,6	93,1	7,33	85,8
115	93,3	7,42	85,9	97,4	7,33	90,1
116	90,0	7,42	82,6	97,8	7,33	90,5
117	96,0	7,42	88,6	100,0	7,33	92,7
118	96,2	7,42	88,8	94,9	7,33	87,6
119	92,9	7,42	85,5	91,7	7,33	84,4
120	96,5	7,42	89,1	94,6	7,33	87,3
121	94,0	7,42	86,6	100,1	7,33	92,8
122	96,0	7,42	88,6	94,7	7,33	87,4
123	92,2	7,42	84,8	97,3	7,33	90,0
124	96,7	7,42	89,3	93,8	7,33	86,5
125	92,7	7,42	85,3	94,7	7,33	87,4

Tabela 35: Resultados do controlo simples metrológico para o produto Y.

	1º ensaio	2º ensaio
Qn	82	
μ	88,1	88,3
σ	2,9	2,6
Maior valor líquido	95,9	93,5
Menor valor líquido	76,7	83,4
Maior variação, P. líquido/Qn	13,1	11,5
Menor variação, P. líquido/Qn	-5,3	1,4
Nº de unidades defeituosas	1	0
Nº total de amostras	125	
K	0,234	
Qn – K x σ	81	81

Legenda: μ – Média; σ – Desvio padrão; Qn – Valor nominal; k – constante.

Tabela 36: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 1) para produto Y.

Peso (g)	Frequência	% Cumulativa
77	1	0,8
80	1	0,8
81	2	1,6
83	1	0,8
84	3	2,4
85	3	2,4
86	12	9,6
87	13	10,4
88	21	16,8
89	27	21,6
90	16	12,8
91	10	8
92	3	2,4
93	4	3,2
94	5	4
95	1	0,8
96	2	1,6

Tabela 37: Tabela de dados para a construção do histograma (ensaio 2) para produto Y.

Peso (g)	Frequência	% Cumulativa
84	8	6,4
85	9	7,2
86	11	8,8
87	15	12
88	14	11,2
89	12	9,6
90	19	15,2
91	21	16,8
92	4	3,2
93	8	6,4
94	4	3,2

Legislação aplicada à venda de produtos pré-embalados

Tabela 38: Erros máximos admissíveis (EMA) por defeito no conteúdo das embalagens (Portaria 1198/91, 1991).

Quantidades Nominais	EMA	
	Percentagem (%)	Em massa ou volume (g ou mL)
< 50	9	-
De 50 a 100	-	4,5

De 100 a 200	4,5	-
De 200 a 300	-	9
De 300 a 500	3	-
De 500 a 1000	-	15
De 1000 a 10 000	1,5	-
De 10 000 a 15 000	-	150
> 15 000	1	-

Tabela 39: Plano de amostragem para o controlo simples não destrutivo (Portaria 1198/91, 1991).

Lote	Amostra	Nº Unidades Defeituosas		Critérios de Média	
		Aceitação	Rejeição	Aceitação	Rejeição
< 100	Todos os efectivos	-		$\mu \geq Qn$	$\mu \leq Qn$
100 a 500	50	3	4	$\mu \geq Qn - 0,379 \times \sigma$	$\mu \leq Qn - 0,379 \times \sigma$
500 a 3200	80	5	6	$\mu \geq Qn - 0,295 \times \sigma$	$\mu \leq Qn - 0,295 \times \sigma$
> 3200	125	7	8	$\mu \geq Qn - 0,234 \times \sigma$	$\mu \leq Qn - 0,234 \times \sigma$

Legenda: μ – Média; σ – Desvio padrão; Qn – Valor nominal.

Ensaio de Tempo de Permanência

Produto X

Ensaio 1 Produto X

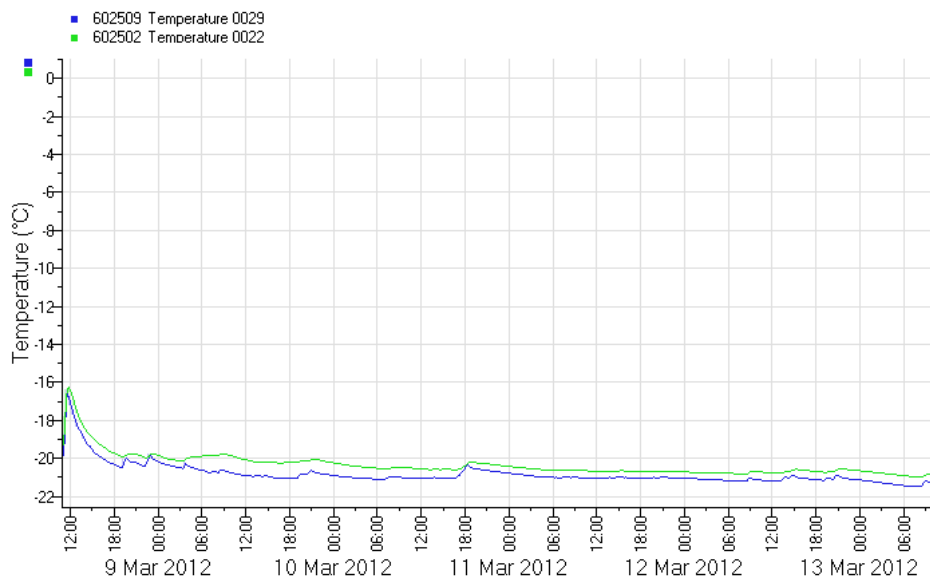


Figura 64: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 1º ensaio de tempo de permanência do produto X.

Ensaio 2 Produto X

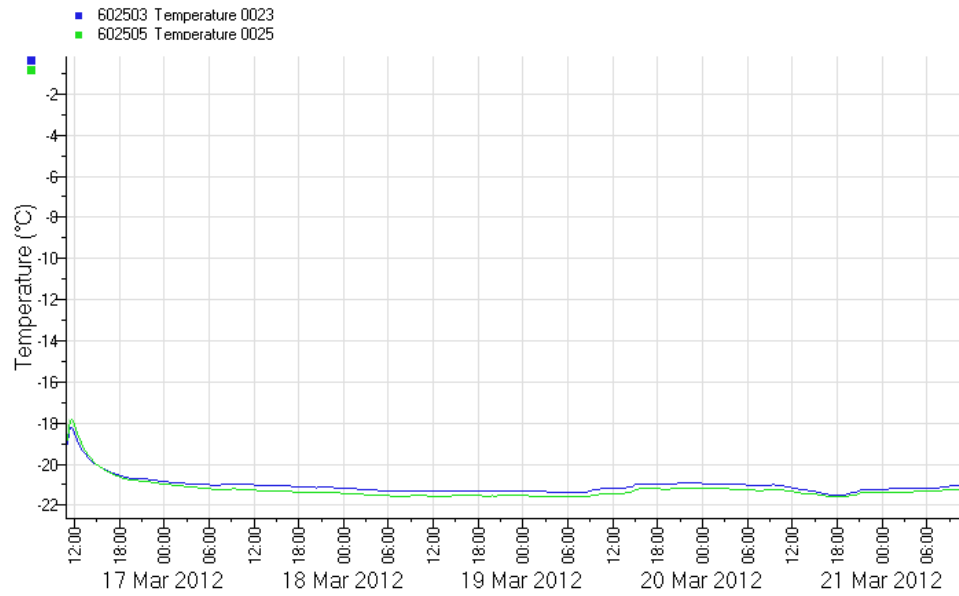


Figura 65: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 2º ensaio de tempo de permanência do produto X.

Ensaio 3 Produto X

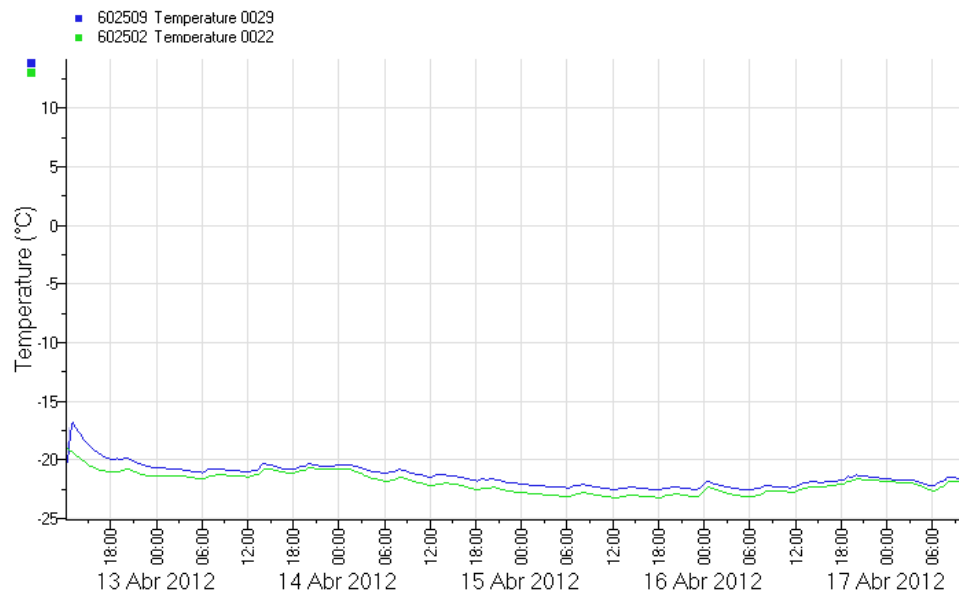


Figura 66: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 3º ensaio de tempo de permanência do produto X.

Ensaio 4 Produto X

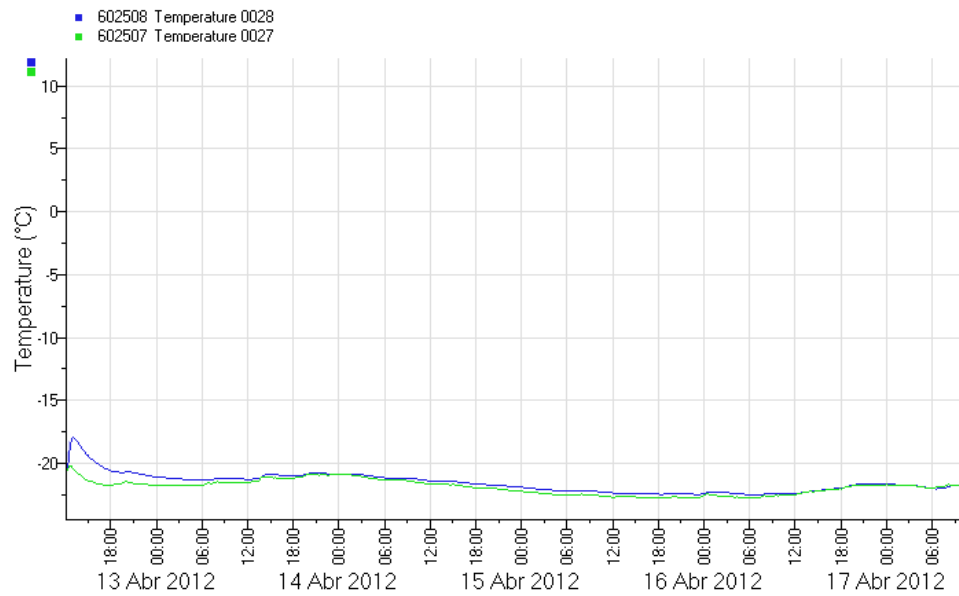


Figura 67: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 4º ensaio de tempo de permanência do produto X.

Ensaio 5 Produto X

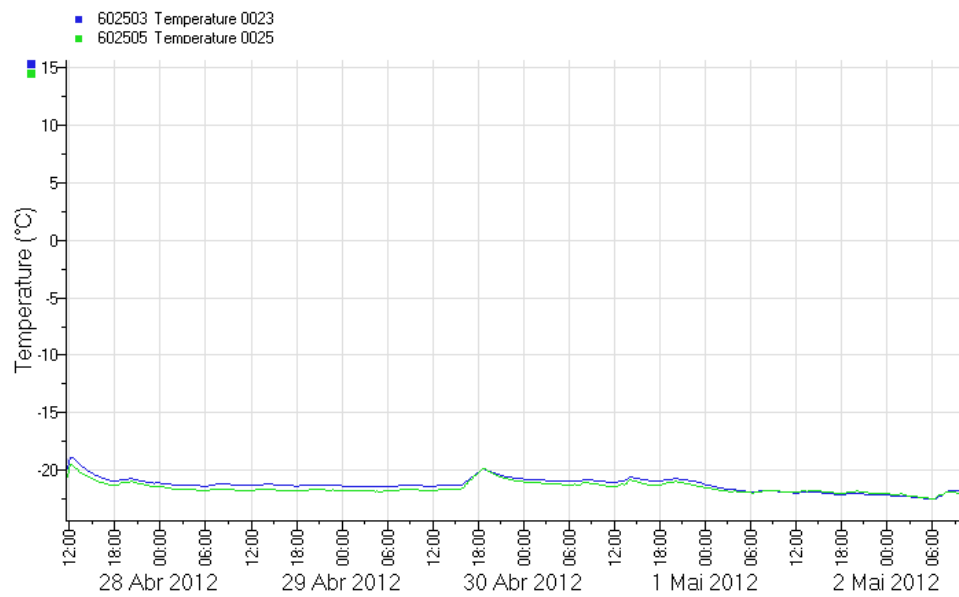


Figura 68: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 5º ensaio de tempo de permanência do produto X.

Produto Y

Ensaio 1 Produto Y

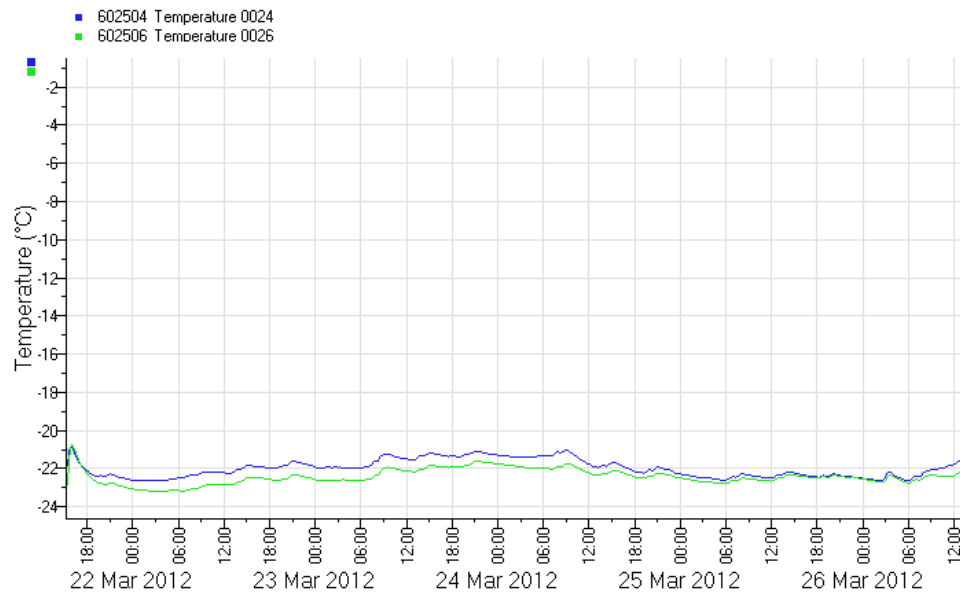


Figura 69: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 1º ensaio de tempo de permanência do produto Y.

Ensaio 2 Produto Y

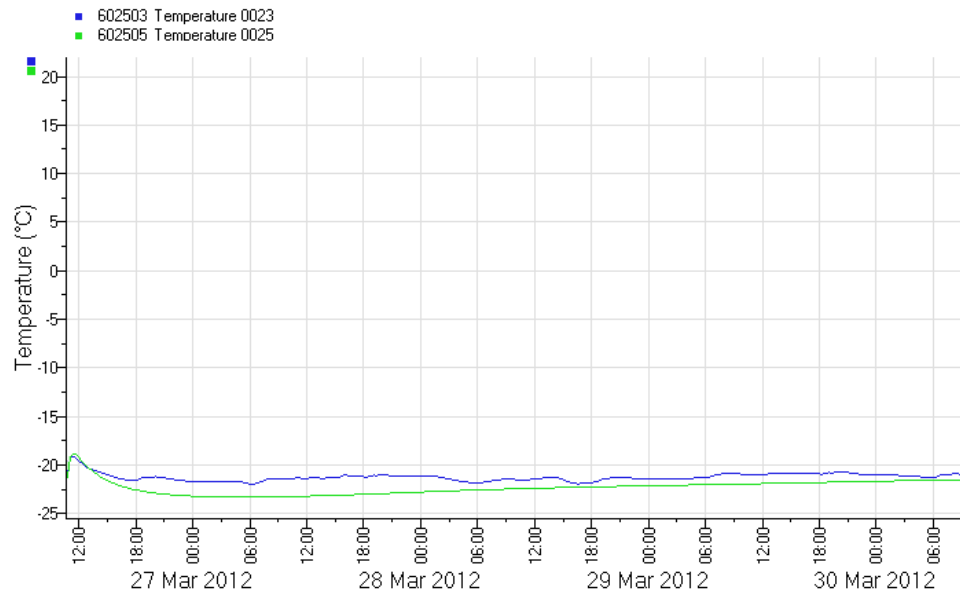


Figura 70: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 2º ensaio de tempo de permanência do produto Y.

Ensaio 3 Produto Y

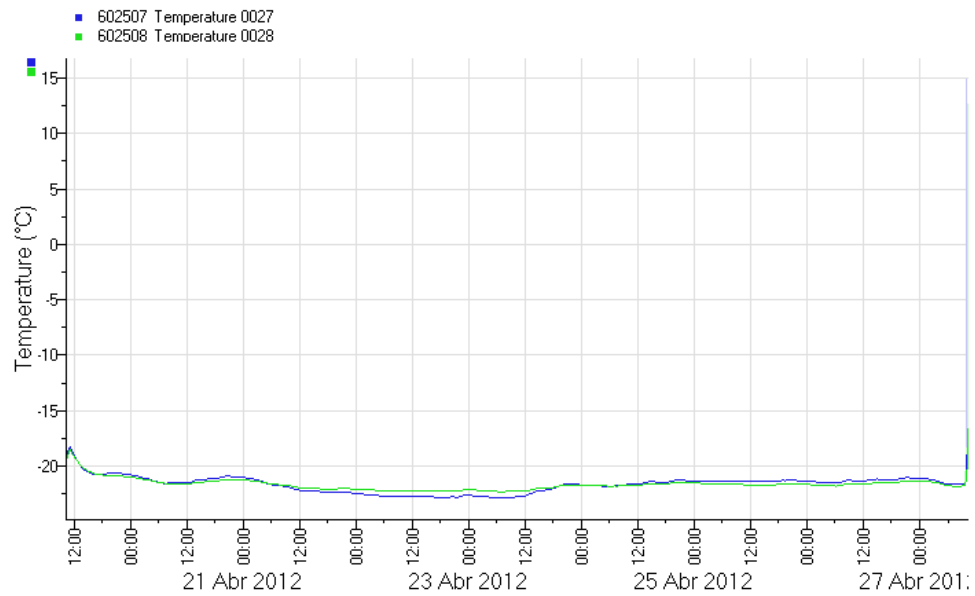


Figura 71: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 3º ensaio de tempo de permanência do produto Y.

Ensaio 4 Produto Y

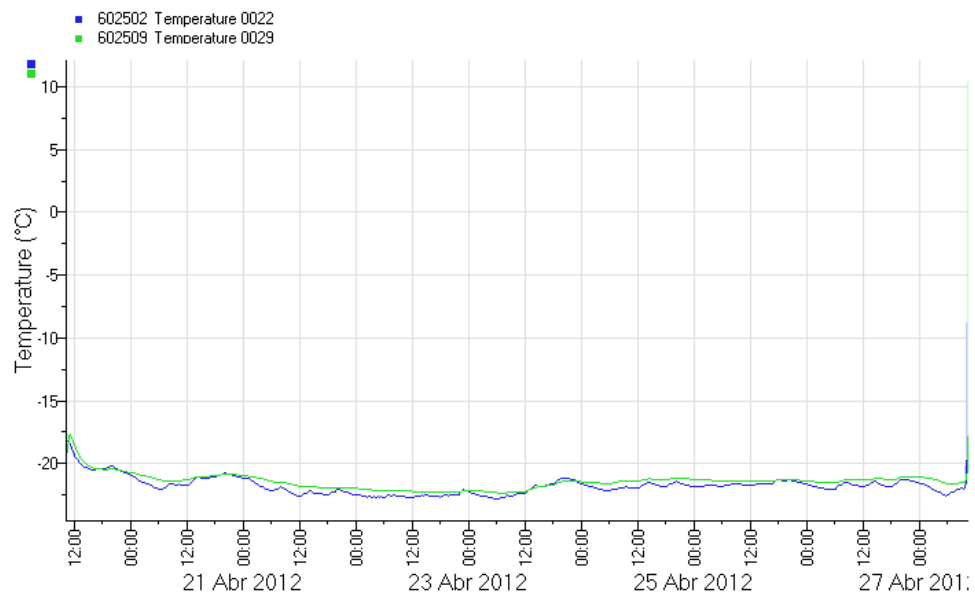


Figura 72: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 4º ensaio de tempo de permanência do produto Y.

Ensaio 5 Produto Y

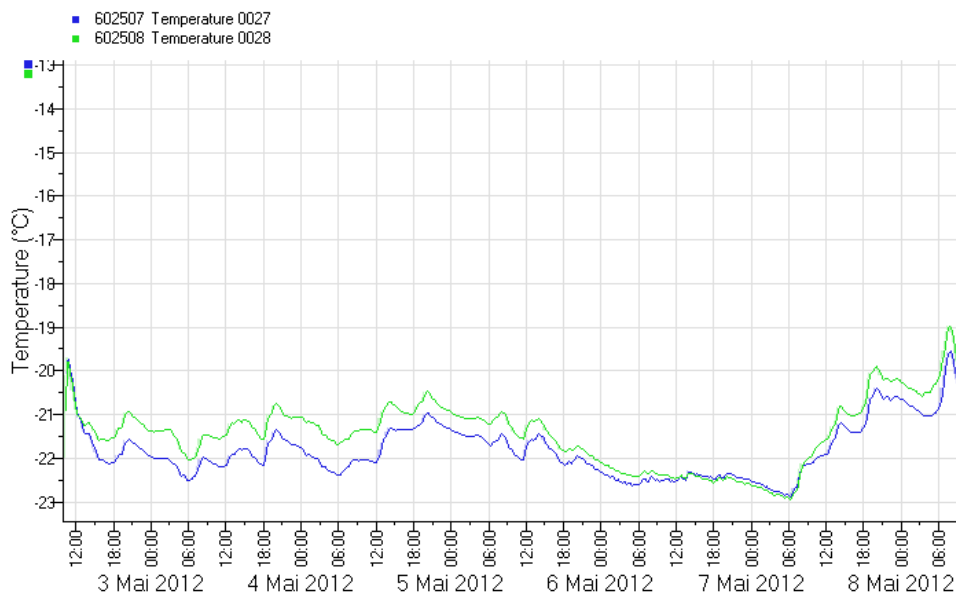


Figura 73: Gráfico de temperatura em função do tempo para o 5º ensaio de tempo de permanência do produto Y.

Perigos alérgicos

Produtos que fazem parte da lista de alérgenos Unilever:

1. Cereais contendo glúten (trigo, centeio, cevada, aveia, *etc*);
2. Ovos e seus derivados;
3. Amendoins e seus derivados;
4. Feijão, soja e seus derivados;
5. Leite e seus derivados (incluindo lactose);
6. Amêndoas, avelãs, nozes, castanha de caju, pistachos, macadamia e todos os seus derivados;
7. Sementes de sésamo;
8. Dióxido de enxofre e sulfitos numa concentração superior a 10mg/kg ou 10mg/L expressos em SO₂.

Programa de pré-requisitos

- 1.1. Programa de higiene de:
 - Limpeza CIP;
 - Limpeza e desinfecção do equipamento;
 - Limpeza da produção;
 - Controlo de pragas;
 - Regras de higiene:
 - Higiene pessoal;

Ultra-Clean;

Boas práticas de higiene;

Controlo médico;

Manuseio do produto e materiais;

Qualidade do ar e água;

Tratamento de resíduos;

1.2. Controlo de documentos;

1.3. Rastreabilidade;

1.4. Manutenção preventiva e correctiva;

1.5. Gestão de calibrações;

1.6. Acções correctivas e preventivas;

1.7. Formação;

1.8. Instruções e procedimentos operacionais;

1.9. TPM;

1.10. Desenho higiénico de equipamento e instalações;

1.11. Manutenção das instalações;

1.12. Selecção e avaliação de fornecedores;

1.13. Boas práticas de fabrico para gelados;

1.14. Legislação específica;

1.15. Requisitos de qualidade da cadeia de distribuição;

1.16. Sistema de aprovação de materiais.